

地域地質研究報告
5万分の1地質図幅
岡山（12）第71号
NI-53-20-4

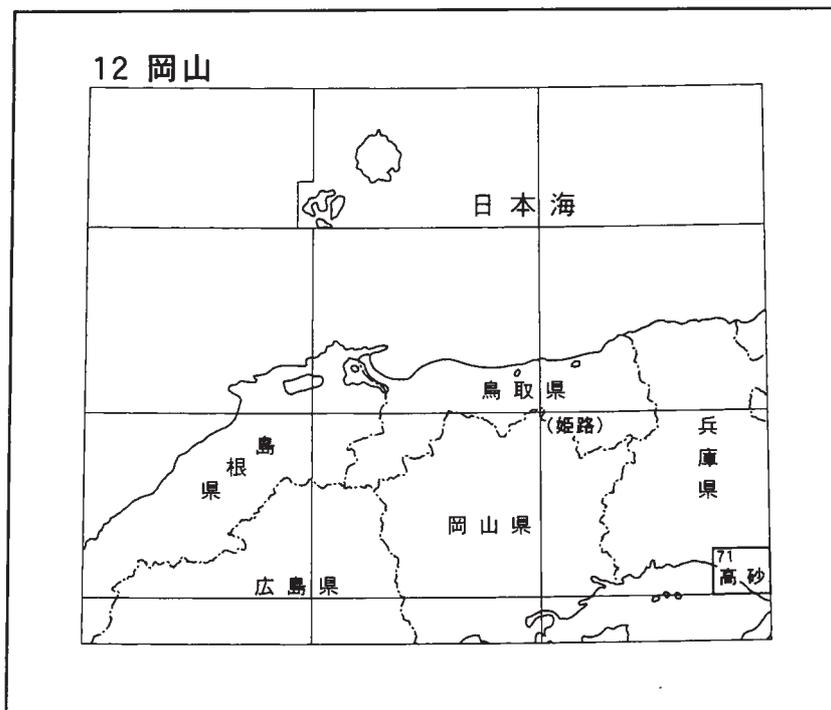
高砂地域の地質

尾崎正紀・原山 智

平成 15 年

独立行政法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

位置図



() は 1 : 200,000 図幅名

5万分の1地質図幅索引図
Index of the Geological Map of Japan 1 : 50,000

12-58 龍野 Tatsuno NI-53-20-7 (2000)	12-59 北条 Hōjō NI-53-20-3 (1995)	11-37 三田 Sanda NI-53-14-15 (1988)
12-70 姫路 Himeji NI-53-20-8 (未刊行, unpublished)	12-71 高砂 Takasago NI-53-20-4 (2003)	11-49 神戸 Kōbe NI-53-14-16 (1983)
12-82 坊勢島 Bōze Jima NI-53-21-5 (未刊行, unpublished)	12-83 明石 Akashi NI-53-21-1 (1990)	11-61 須磨 Suma NI-53-15-13 (1984)

高砂地域の地質

尾崎正紀*・原山 智**

地質調査総合センターは1882年にその前身である地質調査所が創設されて以来、国土の地球科学的実態を解明するため調査研究を行い、その成果の一部としてさまざまな縮尺の地質図を作成・出版してきた。その中で5万分の1地質図幅は、自らの調査に基づく最も詳細な地質図シリーズの一つで、基本的な地質情報が網羅されている。

高砂地域の地質図幅の作成は、1978年地震予知連絡会において、近い将来地震の起こる可能性がより他の地域より高い地域として指定された全国8箇所「特定観測地域」の一つである「名古屋・京都・大阪・神戸地区」の地質図幅作成計画の一環として行われたものであり、平成7年には兵庫県南部地震が発生し、多くの人命が失われた地域である。本地域の調査・研究は平成11～13年度に実施された。

野外調査とその研究報告の作成にあたっては、地形、ジュラ紀丹波帯堆積岩コンプレックス、古第三紀神戸層群、鮮新統-第四系、活構造、地質災害・水害を尾崎が、白亜紀火山岩類、貫入岩類、資源地質を原山が担当した。また、地質概説と水文地質は尾崎・原山で、全体の取りまとめは尾崎が行った。

本調査にあたっては、兵庫県建築士会加古川支部のボーリング資料を参考にさせていただいた。また、本研究で使用した薄片は、信州大学大学院工学系研究科地球システム科学専攻の曾根原崇文氏に作製していただいた。深く感謝申し上げます。

本報告が今後の地質災害軽減対策、環境保全等の基礎資料として活用されることを希望します。

(平成14年度稿)

所 属

* 地球科学情報研究部門

** 信州大学 理学部 地質科学科 (平成11～12年地質調査所併任, 平成13～14年度地球科学情報研究部門併任)

Keywords : areal geology, geologic map, 1 : 50,000, Takasago, Jurassic, Cretaceous, Tertiary, Paleogene, Quaternary, Tamba Terrane, Hoden Group, Granitoids, Kobe Group, Osaka Group, Akashi Formation, Meimi Formation, terrace deposits, Alluvium, active fault

目 次

第1章 地 形	1
1.1 概要及び研究史	1
1.2 陸域の地形	3
1.3 海岸付近の地形	5
1.4 海域の地形	9
第2章 地質概説	10
第3章 丹波帯堆積岩コンプレックス	13
第4章 白亜紀後期火山岩類	14
4.1 概要及び研究史	14
4.2 未区分凝灰岩類	14
4.3 宝殿層	14
4.3.1 火砕流堆積物	14
4.3.2 溶岩及び関連岩類	15
4.3.3 湖成堆積物	19
第5章 貫入岩類	21
5.1 岩脈類	21
5.2 志方花崗岩類	21
第6章 神戸層群	23
6.1 概要及び研究史	23
6.2 高砂図幅地域の神戸層群	28
第7章 大阪層群	31
7.1 概要及び研究史	31
7.2 明石累層	32
7.3 明美累層	42
第8章 更新統中部 - 上部	44
8.1 明美段丘堆積物	44
8.2 西八木層	47
第9章 沖積層	51
9.1 概要及び研究史	51
9.2 表層部沖積層の区分	52
9.3 沖積層の地下地質	52
第10章 活断層及び第四紀地殻変動	60
10.1 概要及び研究史	60
10.2 活断層の可能性のある断層	61
10.2.1 三木断層	61
10.2.2 草谷断層	62
10.2.3 八幡断層	63
10.3 傾動運動	63
第11章 地質災害及び水害	64
11.1 地震災害	64
11.2 マスプームメント	64
11.3 海岸侵食	64
11.4 水 害	64
第12章 資源地質	67
12.1 金属・非金属鉱床	67
12.2 採石及び砕石	67
第13章 水文地質	69
13.1 水 系	69
13.2 ため池	69
13.3 地下水	69
13.4 鉱 泉	69

文 献	72
Abstract	85

図・表目次

第 1.1 図	高砂図幅地域及び周辺地域の接峰面図	1
第 1.2 図	高砂図幅地域及び周辺地域の埋谷面図	2-3
第 1.3 図	高砂図幅地域の行政区分と地名	2
第 1.4 図	高砂図幅地域の地形	3
第 1.5 図	明治 26 年頃の加古川下流域の地形	5
第 1.6 図	大正から平成に至る加古川下流域の地形の変遷	6
第 1.7 図	播磨灘東部及び明石海峡の海底地形図	8
第 2.1 図	高砂図幅地域の地質総括	10
第 2.2 図	高砂図幅及び周辺地域の地質概略図	11
第 3.1 図	高砂図幅及び周辺地域の中・古生界の地質構造区分	13
第 4.1 図	宝殿層の地域別柱状図	15
第 4.2 図	火砕流堆積物の岩石スラブ近接写真	15
第 4.3 図	流紋岩溶岩の塊状部からハイアロクラスタイトまでの岩相変化	16
第 4.4 図	成層ハイアロクラスタイトの層状構造	16
第 4.5 図	成層ハイアロクラスタイトの層状構造遠望	17
第 4.6 図	成層ハイアロクラスタイトの層状ユニット境界部	18
第 4.7 図	成層ハイアロクラスタイトの岩相	18
第 4.8 図	宝殿層湖成堆積物の岩相	19
第 5.1 図	花崗斑岩の岩相	21
第 5.2 図	志方花崗岩の岩相	22
第 6.1 図	神戸層群の分布	24
第 6.2 図	神戸層群の層序区分と対比	25
第 6.3 図	神戸層群の堆積環境モデル	26
第 6.4 図	神戸層群の地質年代	27
第 6.5 図	三木市市街地付近の神戸層群の分布	29
第 6.6 図	神戸層群の岩相	30
第 7.1 図	大阪層群及び段丘堆積物の分布	32-33
第 7.2 図	高砂図幅地域の鮮新-完新統の層序	33
第 7.3 図	明石累層模式地(明石海岸)のスケッチ	34
第 7.4 図	高砂図幅地域における大阪層群基底面の標高分布	34-35
第 7.5 図	大阪層群から沖積層のボーリング地質柱状図	34-35
第 7.6 図	明石累層の露頭地質柱状図	38
第 7.7 図	加古川市池田のボーリング柱状図	39
第 7.8 図	明石累層上部の層相	40
第 7.9 図	明石累層の花粉分析結果	43
第 8.1 図	明美段丘堆積物の層相	45
第 8.2 図	西八木 1 層の層相	49
第 8.3 図	播磨町における西八木 2 層の地質柱状図	50
第 9.1 図	高砂図幅及び周辺地域における完新統の海水準変動曲線	51
第 9.2 図	加古川下流域における沖積層ボーリング資料の位置及び断面図位置	53
第 9.3 図	加古川下流域の沖積層の基底等深線図	54
第 9.4 図	高砂地域におけるボーリング地質柱状図とその対比	56
第 10.1 図	高砂図幅地域及び周辺地域の活断層系の分布	60
第 10.2 図	三木及び草谷断層の露頭写真	62
第 11.1 図	明石市西部の人工海岸と江井ヶ島地区の養浜	65
第 12.1 図	高砂市竜山地区の採石場	67
第 13.1 図	加古川流域図	70
第 13.2 図	東播磨地域における地下水位分布図	71

第 1.1 表	高砂図幅及び周辺地域における段丘面の対比	2
第 7.1 表	明石累層の火山灰 (Ta-34-b) の分析結果	41
第 8.1 表	高砂図幅及び周辺図幅における段丘堆積物の区分と対比	44
第 11.1 表	加古川水系の明治以降の主な洪水記録	66
付図	高砂図幅及びその周辺地域の主な露頭及びボーリング位置	77
Fig.1	Summary of the geology of the Takasago District	86

第1章 地 形

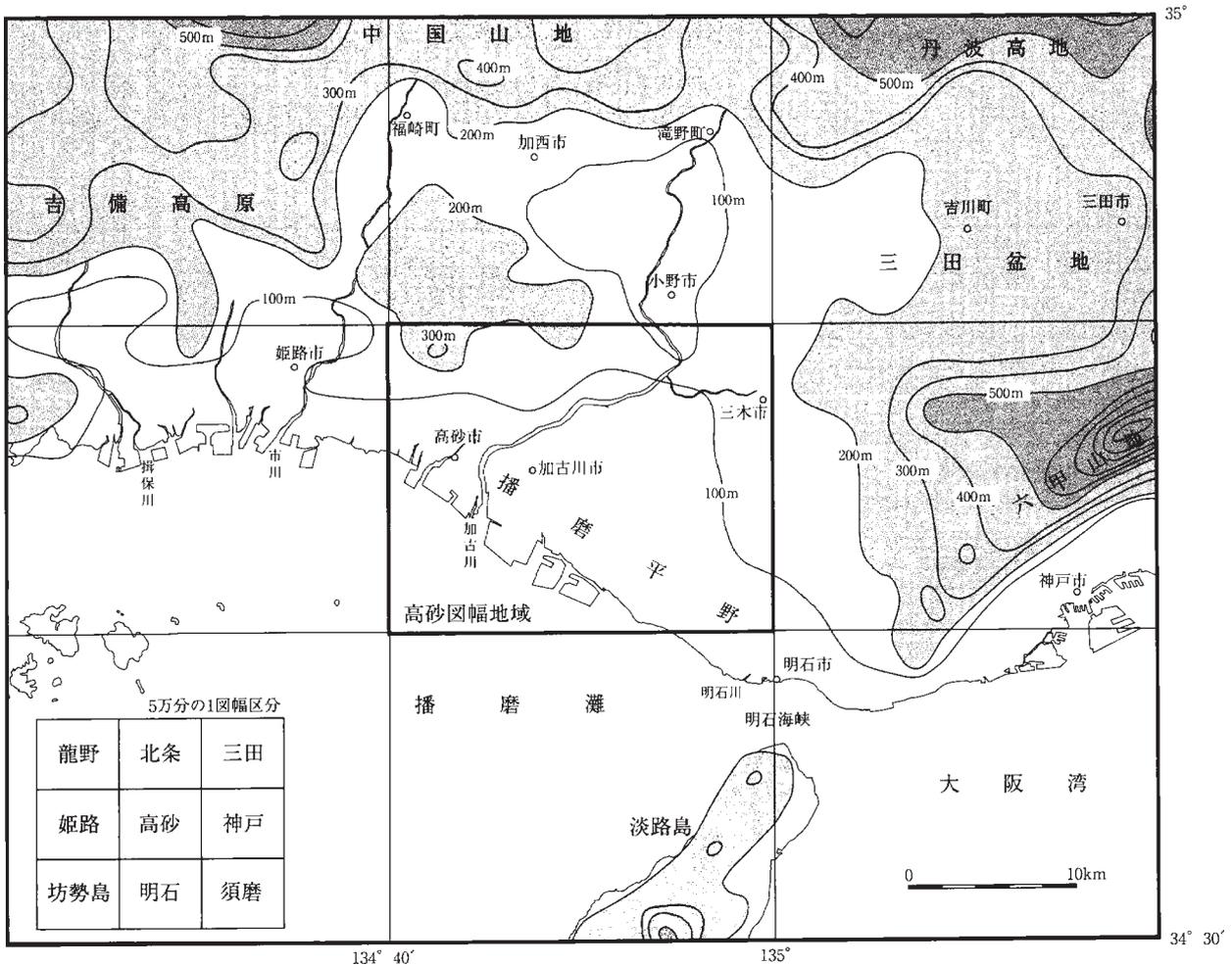
(尾崎正紀)

1. 1 概要及び研究史

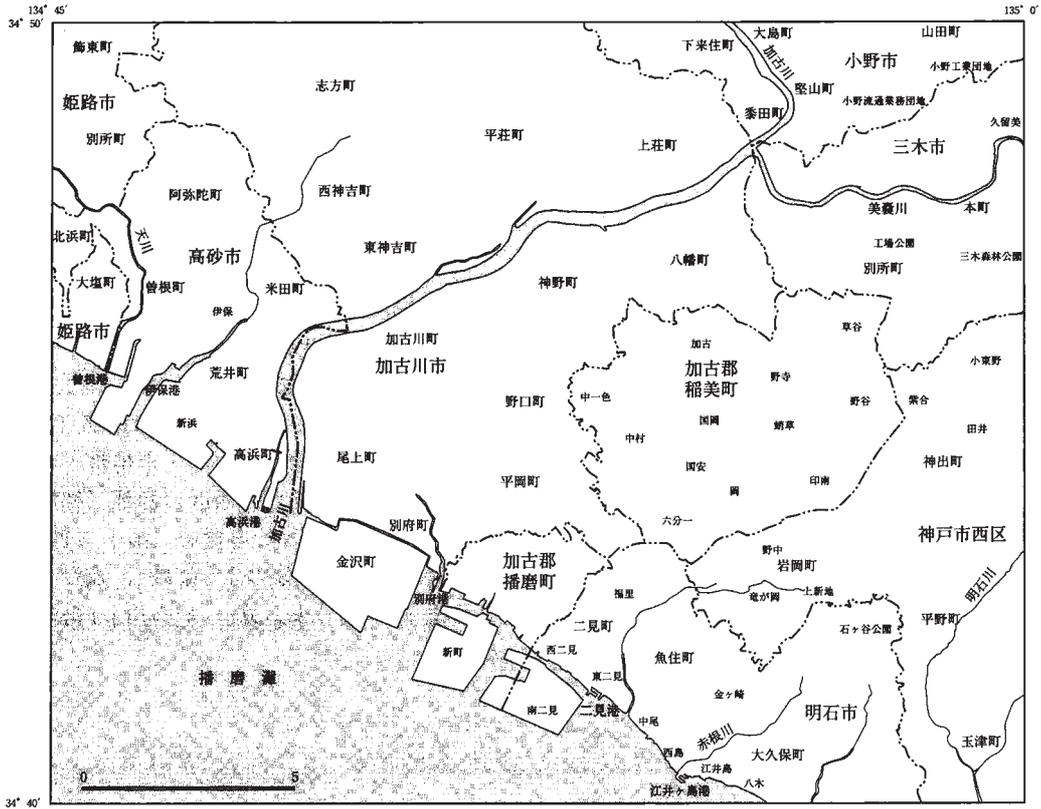
高砂図幅地域は兵庫県中央部、東播磨と呼ばれる地域の南部に位置し、日本測地系で東経 $134^{\circ}45' - 135^{\circ}0'$ (世界測地系 $134^{\circ}49'50.08929'' - 134^{\circ}59'50.03431''$)、北緯 $34^{\circ}40' - 34^{\circ}50'$ ($34^{\circ}40'11.69424'' - 34^{\circ}50'11.63112''$) の範囲にある (第1.1図)。本図幅地域の南西部は海域が広がり、播磨灘と呼ばれる。本図幅地域は、地形的には西方の吉備高原と東方の六甲山地及び帝釈山地の間にある播磨平野に位置し、本図幅地域西部から中央部付近にかけては低地と台地、北西部から北部にかけては標高200

～300mの山地からなる (第1.2図)。

行政区分としては、加古川市のほぼ全域、明石市の西部 (二見町・魚住町・大久保町など)、高砂市の全域、加古郡稲美町及び播磨町の全域ほかに、姫路市の東縁 (大塩町・別所町など)、三木市の西部 (本町・別所町など)、小野市の南縁 (檜山町・市場町・育ヶ丘町・小野工業団地など)、神戸市西区の西部 (神出町・岩岡町・平野町・玉津町など) を含む (第1.3図)。また、国土地理院発行の5万分の1「高砂」、及び2万5千分の1地形図「三木」「東二見」「加古川」「高砂」の範囲にあたる。



第1.1図 高砂図幅地域及び周辺地域の接峰面図
尾崎ほか (1995) の第2図を一部改変

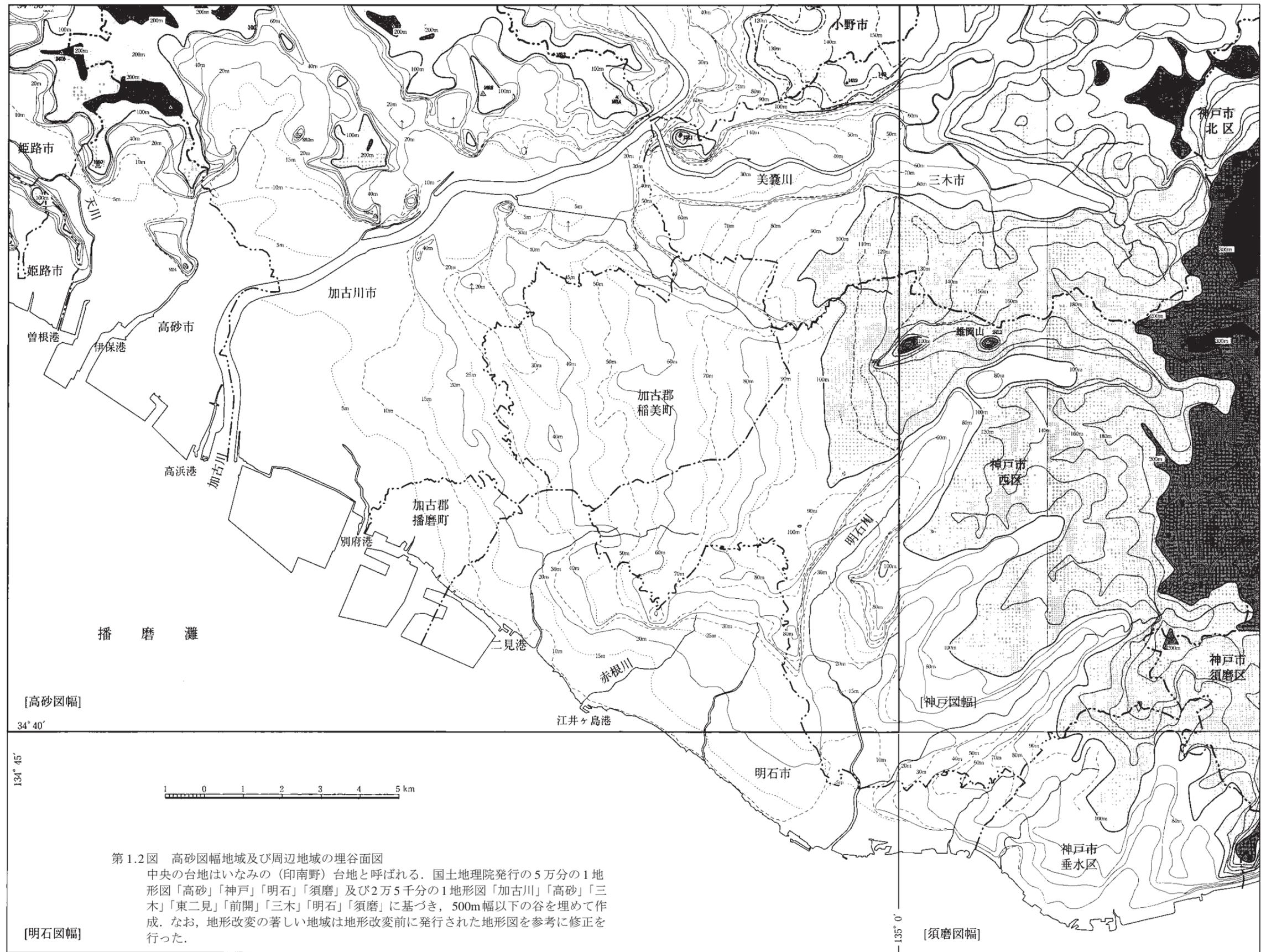


第 1.3 図 高砂図幅地域の行政区分と地名
 国土地理院発行の5万分の1地形図「高砂」に基づく。

第 1.1 表 高砂図幅及び周辺地域における段丘面の対比

神戸図幅及び須磨図幅地域	明石地域	加古川下流域 (播磨平野南部)	加古川下流域 (播磨平野南部)	加古川下流域 (播磨平野南部)	高砂図幅地域 (播磨平野南部)	高砂図幅地域 (播磨平野南部)
藤田・笠間 (1983) 藤田・前田 (1984)	居川・市原 (1993)	河名 (1973)	八木 (1983a)	八木 (2001)	本報告	田中・野村 (1989)
低位段丘堆積物	低位段丘堆積層 (井出礫層)	草谷面	伊川谷面 西八木面	低位面(3) 西八木面(5a)	西八木3層	野口段丘4
中位段丘堆積物	中位段丘堆積層 (西八木礫層)	西八木面			西八木2層	野口段丘3
高位段丘堆積物 (明美面)	高位段丘堆積層 (明美累層)	低位国岡面	魚住面	魚住面(5c)	欠	日岡段丘5-2
			金ヶ崎面	山手台面(5e)	明美2c段丘堆積物	日岡段丘5-1
			山手台面	明美 III 面(6-2)	明美2b段丘堆積物	日岡段丘4-2
		明美 II 面	明美 II 面(6-1)	明美2a段丘堆積物	日岡段丘4-1	
		明美 I 面	明美 I 面(7)	明美1c段丘堆積物	日岡段丘3	
高位国岡面	明美 I 面	明美 I 面	明美 I 面	明美 I 面	明美1b段丘堆積物	日岡段丘2
					明美1a段丘堆積物	日岡段丘1
					明美1a段丘堆積物	加古段丘3
					加古段丘2	加古段丘1-2
					明美1c段丘堆積物	加古段丘1-1
					明美1b段丘堆積物	神出段丘3-2
					明美1a段丘堆積物	神出段丘3-1
					明美1a段丘堆積物	神出段丘2-2
					明美1a段丘堆積物	神出段丘2-1
					明美1a段丘堆積物	神出段丘1-2
					明美1a段丘堆積物	神出段丘1-1

研究報告により段丘区分の境界が大きく異なるため、本表では研究報告間の大まかな対比を示しているにすぎない。なお、田中(1989, 1992, 1994)などではミコラピッチ周期と段丘の発達との関係が述べられて、その変動の数に合わせた段丘面の極端に細かい区分が行われている。しかし、空中写真や野外調査ではこのような細分は不可能で、概念的な区分と考えられる。



第 1.2 図 高砂図幅地域及び周辺地域の埋谷面図
 中央の台地はいなみの（印南野）台地と呼ばれる。国土地理院発行の 5 万分の 1 地形図「高砂」「神戸」「明石」「須磨」及び 2 万 5 千分の 1 地形図「加古川」「高砂」「三木」「東二見」「前開」「三木」「明石」「須磨」に基づき、500m 幅以下の谷を埋めて作成。なお、地形改変の著しい地域は地形改変前に発行された地形図を参考に修正を行った。



第1.4図 高砂図幅地域の地形

(A) 法華山地

高砂市阿弥陀町から北の山地を望む. 山地は宝殿層のハイアロクラスタイト(黒雲母流紋岩火山礫凝灰岩) からなり, 山肌が露出し急崖が発達する.

(B) いなみの台地

加古川市上荘町見土呂フルーツパークより, 加古川市八幡町方面を望む. 手前は氾濫原の発達する低地と加古川(右方向が下流). 台地は大阪層群を不整合で覆う段丘堆積物から構成されている.

高砂図幅地域の地形に関しては, 文献が多く存在する. 稲見(1973)及び田中(1973)は兵庫県内の地形を地誌とともに統括している. 本図幅地域内の地方誌としては, 加古川市史(田中, 1989a), 姫路市史(後藤ほか, 1998), 小野市史(岸本, 2001), 稲美町史(吉本, 1982)が, 土地分類基本調査報告としては田中ほか(1989)が存在する. 段丘面とその構成層に関する研究報告は多く, 市原・小黒(1958), 市原ほか(1960), 河名(1973), 小野間(1985), 藤田・笠間(1983), 八木(1983a・b, 2001), 田中(1989a), 田中・野村(1984, 1989)などがある(第1.1表). 海域では, 明石海峡及大阪湾の地形(海上保安庁水路部, 1995), 播磨灘北部の海底地形(大井・丹羽, 1995)の報告がある. また, 播磨地域の地形の普及書として, 田中(1992), 田中編(1994), 田中・中島編(1998)などがある.

1.2 陸域の地形

本図幅地域の陸域には, 山地, 丘陵, 台地, 段丘群及び低地が広がる(第1.2, 1.4図). 本図幅地域は, 西北西-東南東方向に発達する山崎断層系と東北東-西南西方向に発達する六甲断層系の交わる地域に位置し, 多くの谷や稜線の方向がそれら2方向に一致する(10.2参照).

山地 山地は本図幅地域西部から北部に分布し法華山地とも呼ばれる(田中ほか, 1989). 山地稜線の標高130~300mの範囲にあり, 70~250mの起伏を持つ. 本図幅地域内の最高地点は高砂市阿弥陀町北方の高御位山付近で, 標高約300mに達する. 山地の地盤は主に白亜紀の宝殿層と志方花崗岩からなる. また, 山麓部には小規模な崖錐や扇状地が, 河谷沿いには幅1km以下の谷底平野が発達する. 特に宝殿層のハイアロクラスタイト(黒雲母流紋岩火山礫凝灰岩)を基盤とする山地(阿弥陀町の北など)は植生に覆われることなく基盤が露出することが多く, しばしば急崖が認められる(第1.4図A).

山地の稜線や河谷の方向及びリニアメントは西北西-

東北東，北東-南西方向が卓越し，前者は山崎断層系の走向と一致し，本図幅中西部の台地-丘陵地の河谷方向も同方向に規制されている．山地のうち，「石の宝殿」のある高砂市竜山付近では宝殿層の成層ハイアロクラスタイトが採石として利用されている（12.2参照）．法華山地の山麓部には崖錐，扇状地が，河谷沿いには幅1km以下の谷底平野が発達する．

台地と低地 加古川，美囊川，明石川，播磨灘に囲まれた西へ緩やかに傾斜する平坦面を有する台地はいなみの（印南野）台地と呼ばれる（第1.2図；第1.4図B）．いなみの台地は東西15km，南北15kmで播磨灘を底辺とする台形のような広がりを示す．いなみの台地の東側から北東側では大阪層群や神戸層群からなる丘陵地から山地へ，西から南東側では低地及び海域へと連なる．いなみの台地の標高は，東端で標高120～130m，西端で10～20mで西北西ないし西側ほど低くなる．この傾動は，更新世中期以降の六甲山地の隆起に伴う北西方向への傾動運動の反映である．

いなみの台地を構成する段丘面のうち主なものは明美面と呼ばれ，更新世中期後半の高位段丘面に相当する．本報告では明美面をより高位のものより，明美1a面，明美1b面，明美1c面，明美2a面，明美2b面，明美2c面に区分した（第8.1表，第7.1図及び地質図参照）．更に，下位には更新世後期前半の中位段丘面に相当する西八木1面，西八木2面，西八木3面が発達する．

明美1a-c面は，高砂図幅地域では三木市北東部-小野市南部，稲美町国安，神戸市西区岩岡町に分布するのみであるが，明美2a-c面はいなみの台地を広く覆い，加古川の西側にも分布する．明美1a面と明美2a面は主に現在の丘陵頂部を広く覆うような分布を示すが，明美1b・1c面と明美2b・2c面は，それぞれ明美1a面と明美2a面を削り込むように分布し，分布域も西へ偏り，範囲も順次狭くなる傾向を示す．

明美1a面はかなり開析され，定高性のある稜線が連続するのみの地域も多い．三木市東北部から小野市南部では，明美1a面は南東へ1/100程度傾斜し，北西-南東方向に延びる三木断層によって約30m南東側が低下する変位を受けている．また，神戸市西区の岩岡町に広がる本段丘面は，西南西から西へ0.9～1/100傾く．明美2a面との比高は三木市北東部から小野市南部で約50m，神戸市西区岩岡町では約15mである．

明美1b面のうち，三木市南東部から小野市南部に分布するものは，明美1a面より約10m低く，明美2a面より40m高い．国安では，明美2a面より約10m高い位置に存在し，西へ1～1.2/100傾斜する．岩岡町では，明美1a面より約10m低く，明美2a面より7～10m高い位置に存在し，西ないし西北西へ約1/100傾く．

明美1c面は，明美1b面及び明美2a面と各々約20m

の比高で接する．分布が狭いため，本地域で本段丘面の傾斜を求めることができないが，北条図幅内の本段丘面は，110mから50mへと西北西方向へ0.5～0.6/100傾斜する．

明美2a面はいなみの台地で最も広い範囲を占める段丘面（第7.1図）で，三木断層や草谷差断層によって変位を受けているものの，全体としては西へ0.8～1.2/100傾斜し，西側ほどその角度は小さくなる．

明美2b面は全体としては，西ないし南西へ0.5～0.7/100傾斜し，稲美町西部や加古川東端など西側ほど傾斜が緩くなり，その方向も南東へと変化する．三木市別所町西部などの草谷断層の北西側地域では，断層の影響のため，明美2b面は他の地域と異なり西北西から北西へ1.6/100傾斜する．明美2a面との比高は5m程度で，いなみの台地では西側ほど比高が小さくなる傾向にある．

明美2c面は，いなみの台地内の幅が数100m-1kmの浅い谷では，西ないし西南西方向（ほぼ谷の方向）へ0.5～0.8/100傾斜する．河谷による浸食基準面低下の影響で，部分的に明美2b面の傾斜より僅かに急になる場合もある．一方，印南台地の西縁部，加古川東縁部付近では南東へ約0.4～0.5/100傾斜する．

西八木面は海岸沿いに広く分布するほかは，現在の河川に沿って台地を削るように分布する．

西八木1面のうち，明石市東部の海岸沿いに発達するものは南東へ0.5～0.6/100傾く．また，沖積面との比高は明石川の東側で15～20m，瀬戸川沿いでは7～10m，加古川市平岡では1～2m，加古川の西側では1～5mで，全体として西側及び現在の河川の上流に分布するものほど，その比高は大きくなる．

西八木2面のうち，播磨町から加古川市南部に分布するものは西から南東へ0.6～0.7/100傾斜する．西八木1面との比高は1～1.5m程度である．

西八木3面と西八木2面との比高は，平岡町付近で1～2m，沖積面との比高は1m以下である．

また，八幡町，神野町，堅山町では沖積面との比高は1～3mで，美囊川や草谷川沿いでは1～2m，平岡町の本段丘面は沖積面との比高は1m以下である．

なお，台地や低地のうち，神戸市西区の神出町の雌岡山西部（ジュラ紀丹波帯堆積岩コンプレックス），明石市の大久保町緑ヶ丘及び魚住町錦ヶ丘，加古川市神野町日岡山，加古川市西条山手の城山（以上，白亜紀宝殿層），三木市上の丸町（神戸層群）では，地形的高まりとして先大阪層群が分布する．

本図幅地域の台地と低地には極めて多くのため池が分布する．しかし，最近では都市化に伴い多くのため池が埋め立てられ，埋立地は学校，病院，団地，工場などに利用されている．

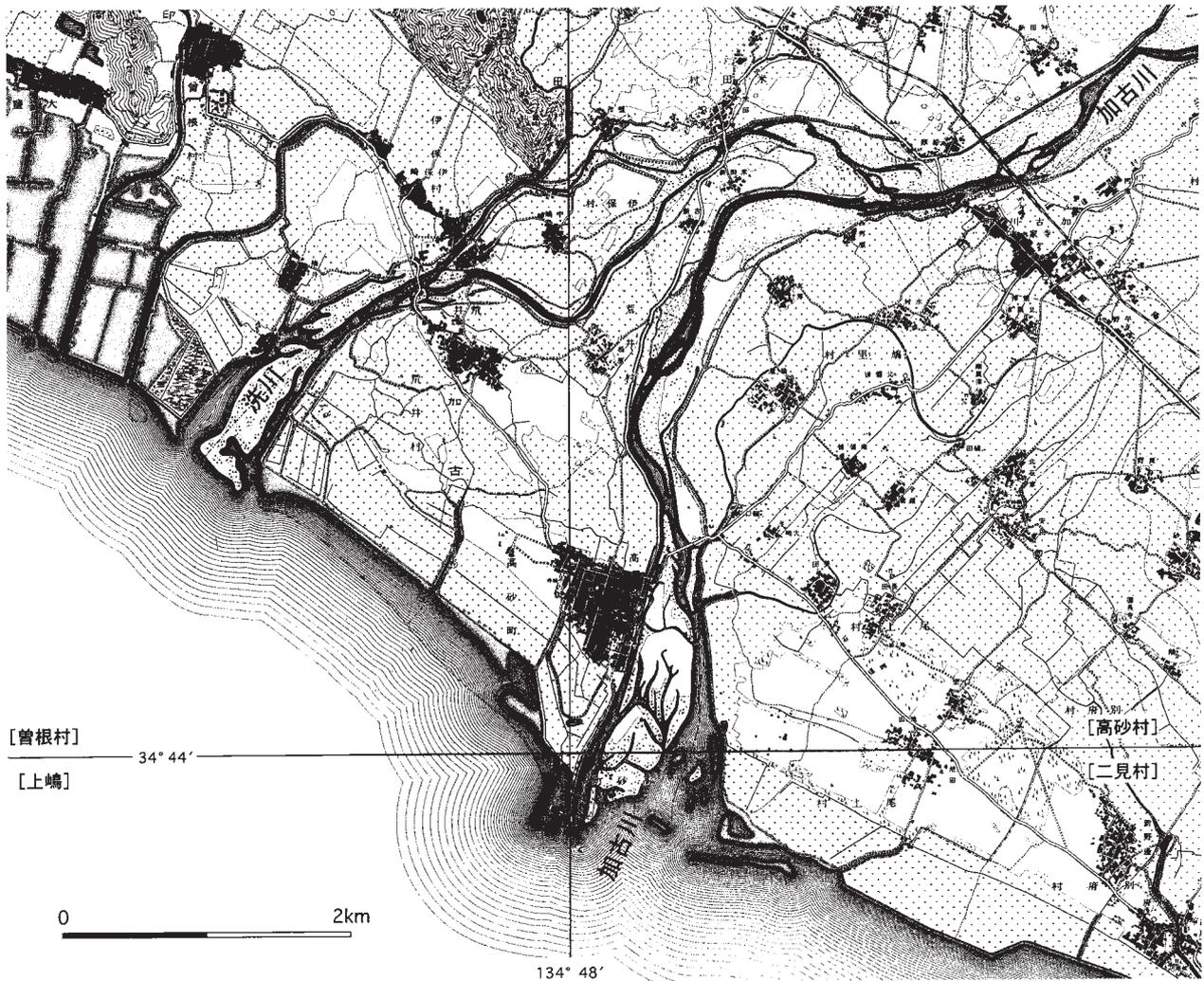
1. 3 海岸付近の地形

本図幅地域を含む東播磨海岸は、現在、埋立・護岸などによって人工的に固定されているが、1950年代頃までは自然海岸が多く見られた（第1.5, 1.6図）。

本図幅地域の海岸線のうち、明石市江井ヶ島港付近より西側方面には砂浜海岸が連続して発達していた。加古川はこれら砂堆を貫き、例えば明治時代は加古川（現在

の加古川）と洗川（伊保港付近で当時の河川は都市化に伴い埋め立てられている）に分かれていた（第1.5図）。なお、姫路市大塩では砂浜を干拓した入浜式塩田が昭和46年まで行われていた（田中，1998）。

一方、明石市江井ヶ島港や播磨町以東には、鮮新-更新統（大阪層群及び段丘堆積物）を侵食崖とする侵食海岸が発達する。都市化に伴い海岸侵食が問題となり、家屋の倒壊も生じたため、明石海岸全体に護岸や消波ブロックなどによる人工海岸化が行われてきた（11.3参照）。

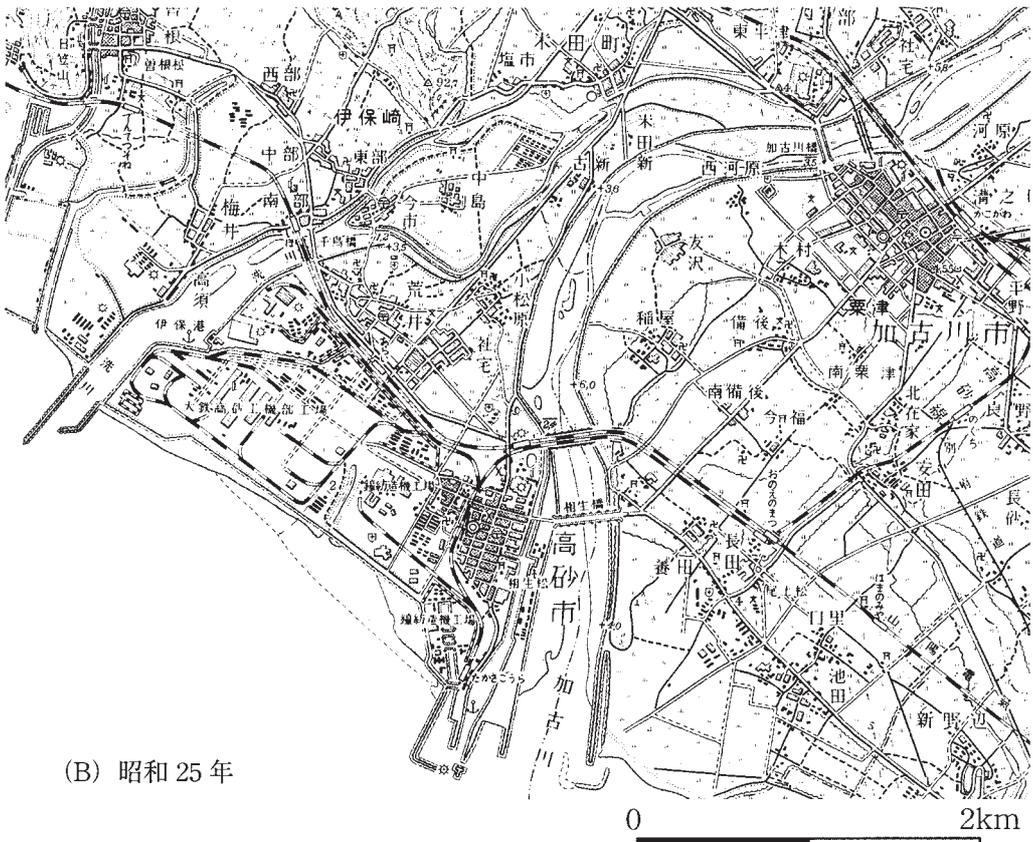


第1.5図 明治26年頃の加古川下流域の地形

陸地測量部発行の2万分の1「高砂」「二見村」「曾根村」「上嶋」（明治26年測量，明治29年発行）を使用し，一部加筆．緯度経度の数字は当時のまま．



(A) 大正 12 年

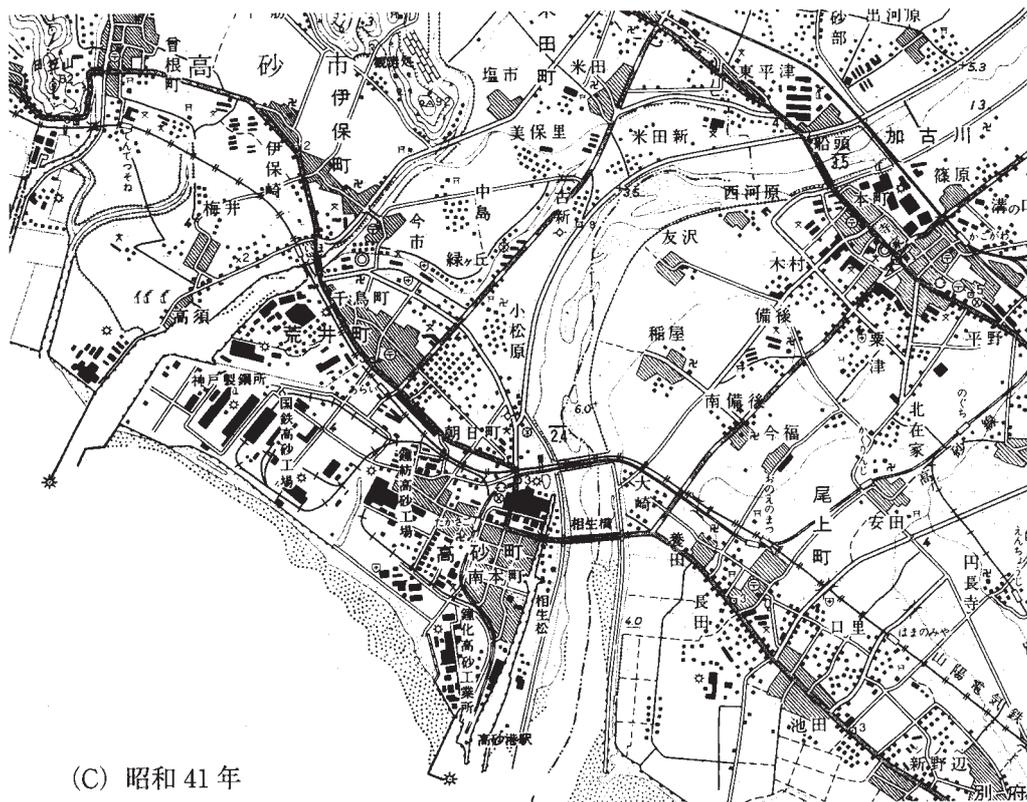


(B) 昭和 25 年

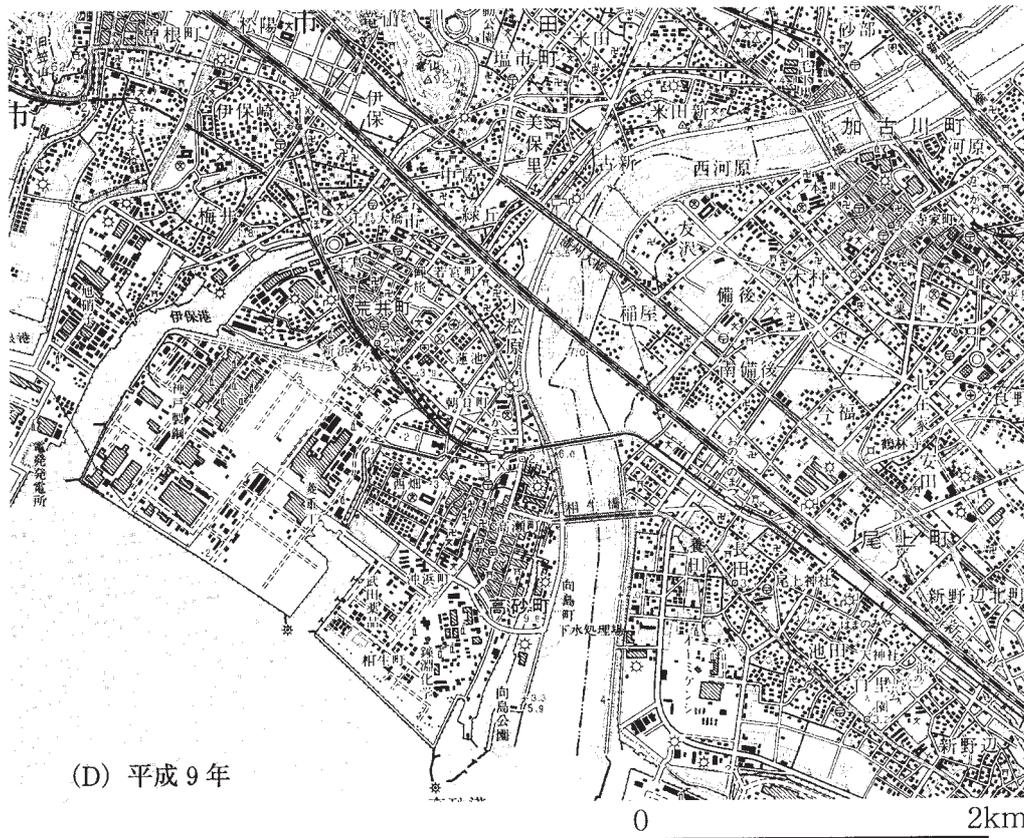
第 1.6 図 大正から平成に至る加古川下流域の地形の変遷 (その 1)

(A) 大正 12 年頃：昭和 22 年発行の地理調査所 5 万分の 1 地形図「高砂」(明治 29 年測量，大正 12 年第 2 回修正測量)部を使用。

(B) 昭和 25 年頃：昭和 31 年発行の地理調査所 5 万分の 1 地形図「高砂」(明治 29 年測量，大正 12 年第 2 回修正測量，昭和 25 年応急修正)を使用。



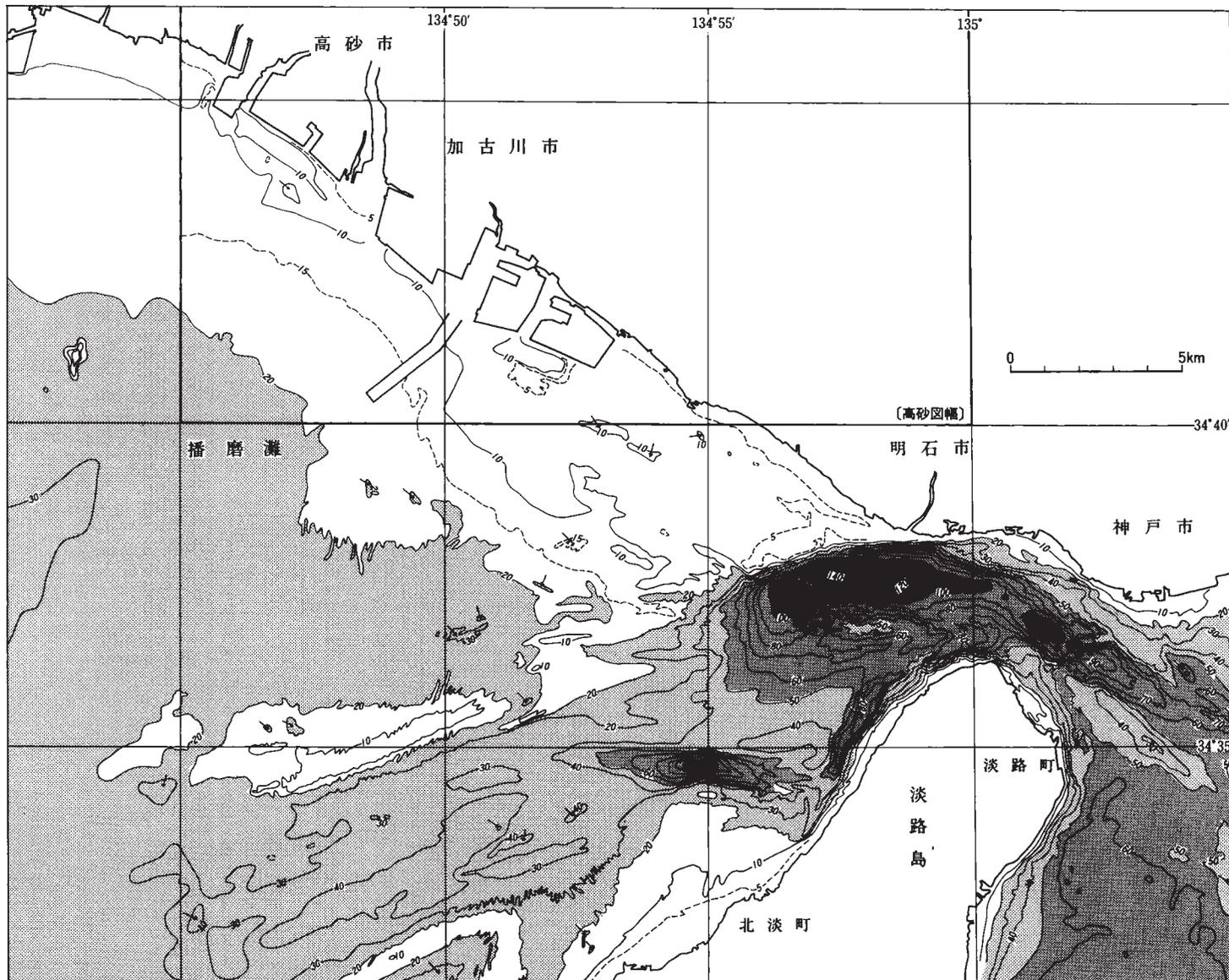
(C) 昭和 41 年



(D) 平成 9 年

第 1.6 図 (その 2)

- (C) 昭和 41 年頃：昭和 43 年発行の国土地理院 5 万分の 1 地形図「高砂」(昭和 36 年測量，昭和 41 年補足)の一部を使用。
- (D) 平成 9 年頃：平成 10 年発行の国土地理院 5 万分の 1 地形図「高砂」(明治 29 年測量，昭和 44 年編集，平成 9 年修正)の一部を使用。



第1.7図 播磨灘東部及び明石海峡の海底地形図

沿岸の海の基本図(5万分の1)「播磨灘北部」及び「明石海峡」の海底地形図(海上保安庁, 1988, 1997)の一部を簡略化. 海部の数字は等深線(深さの基準は東京湾の平均海面: 単位 m)

1. 4 海域の地形

高砂図幅地域沿岸海域を含む播磨港北東部は遠浅の海底が連なる（第 1.7 図）。地形的には南東側へ極めて緩い勾配を示し、本図幅地域の南西端で最も深くなるが、深度 20 数 m と極めて平坦な海底地形である。明石海峡の深度 140m 以上にも達する海釜・海底谷地形とは対照的である。

高砂図幅地域沿岸付近の海域のうち、深度 4 ～ 10m の海底は勾配 1.5 ～ 3/1,000 の侵食性平坦面（海食台）で、この緩斜面には明石市の海岸線 1 ～ 3km 沖に海岸線に沿うように狭い凹地（微凹地や凸地）が連続して認められる（建設省国土地理院，1997）。この凹地は加古川沖から明石海峡へ連なることから、最終氷期における谷地形を示唆する。この海食台の南西側にはおおよそ深度 10m 以深の緩斜面が発達するが、沖積層の分布は層厚数 m 以下と極めて薄く、直下には大阪層群が分布する（建設省国土地理院，1997）。

第2章 地質概説

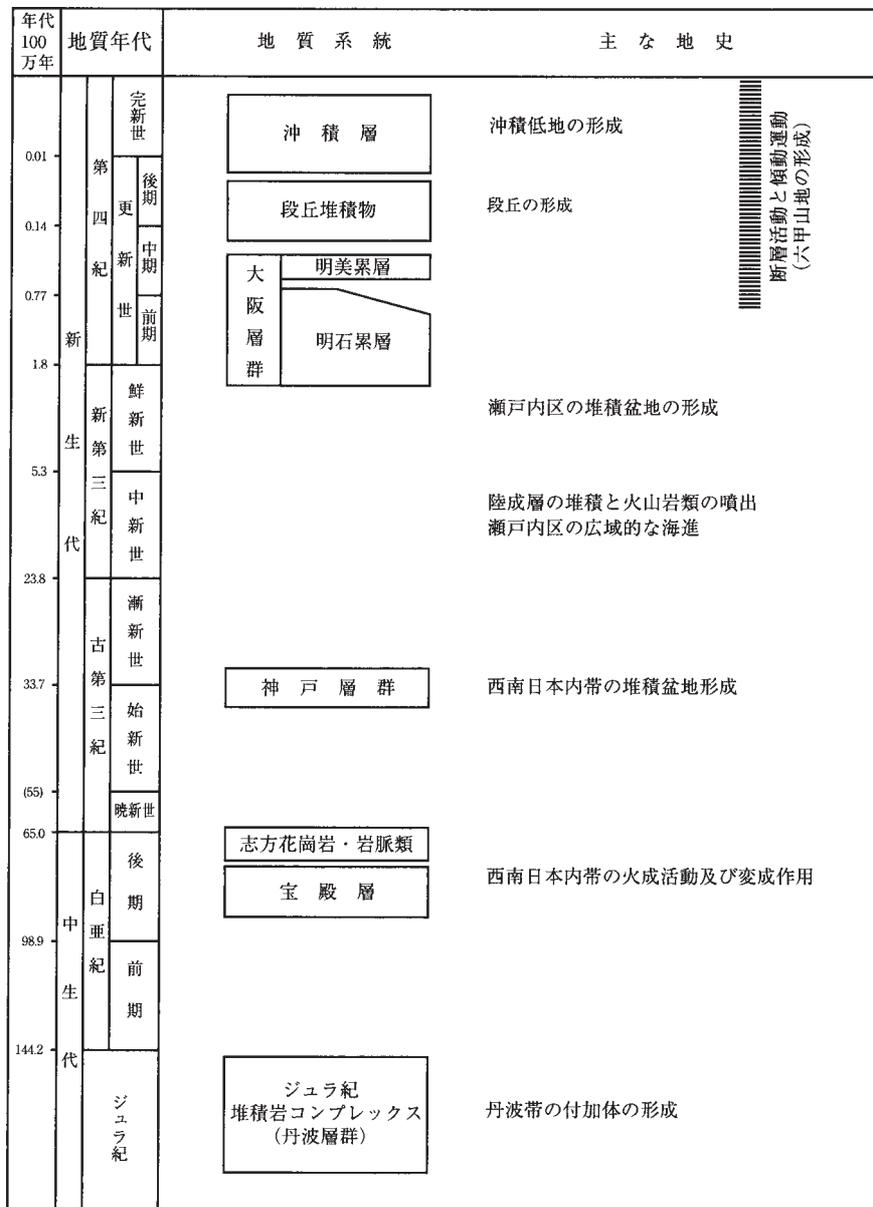
(尾崎正紀・原山 智)

高砂図幅及び周辺地域を構成する地質の総括図を第2.1図、それらの分布を第2.2図に示す。本図幅地域の地質は、大きくジュラ紀の丹波帯堆積岩コンプレックス、白亜紀の火成岩類及び新生代の堆積岩類に区分できる。

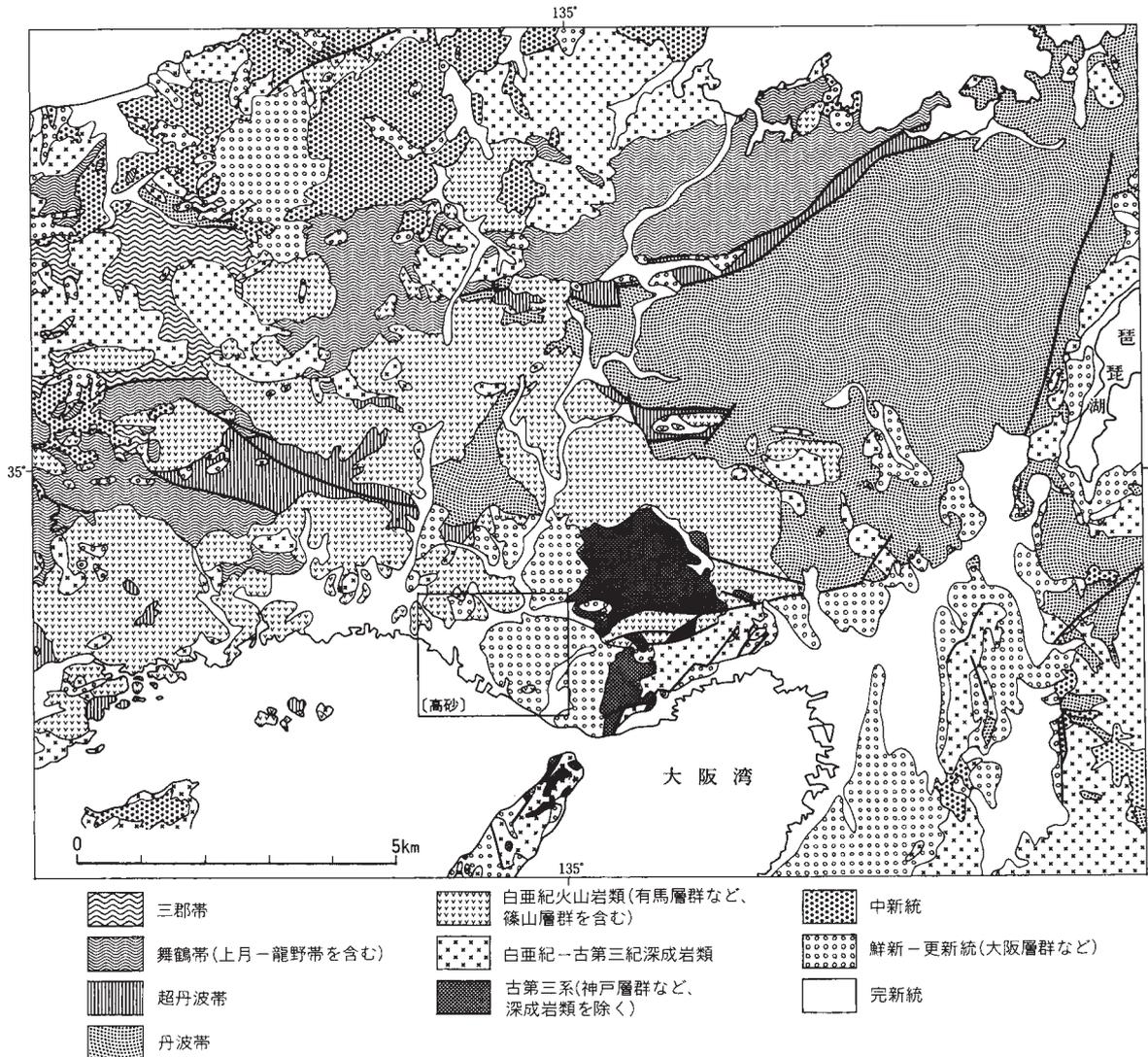
丹波帯堆積岩コンプレックス 丹波帯の地層群は、石炭紀-ジュラ紀の地層・岩塊を構成物として主にジュラ紀に形成された付加体を主とし、一部に正常堆積岩を含む堆積岩コンプレックスである。本図幅地域の丹波帯堆

積岩コンプレックスは、大部分が泥岩・チャートからなり、緑色岩・石灰岩の岩塊は認められない。本図幅地域では、雌岡山の西部のみに大阪層群堆積時の残丘として分布するが、ボーリング資料からは、本図幅地域の北東部、三木市において大阪層群に不整合に覆われて地下に広く分布する。本地域の化石の産出報告はなく、地質年代は不明である。

白亜紀後期火成岩類 本図幅地域の白亜紀後期火成岩



第2.1図 高砂図幅地域の地質総括



第2.2図 高砂図幅及び周辺地域の地質概略図
尾崎ほか (1995) の第6図を一部修正・加筆.

類は、流紋岩溶岩・ハイアロクラスタイト・火砕流堆積物を主体とする宝殿層と、花崗斑岩及び志方花崗岩からなる貫入岩類に大別できる。宝殿層は本図幅北部の加古川沿いから北西部の姫路市にかけての山地・丘陵に分布し、一部は加古川の南側にも露出している。宝殿層は従来、相生層群 (伊勢累層) として扱われ、主として火砕流堆積物から構成されると考えられてきた (弘原海, 1987)。しかし今回の調査・研究により、大半が流紋岩溶岩及びハイアロクラスタイトからなることが判明した。石材産地として有名な宝殿地区の岩石も、ハイアロクラスタイトの一種である。同様な構成を示す火山岩類は、北隣「北条」図幅南部の山地には連なるが、北西隣「龍野」図幅や北東隣「三田」図幅の同時期火山岩類へは連続しないので、一つの火山性堆積盆を埋積した火山岩として新たに宝殿層の名称を与えた。

本図幅地域には白亜紀後期の貫入岩として小規模な花

崗斑岩岩脈と岩株状の志方花崗岩が露出する。ともに宝殿層中に貫入し、志方花崗岩は周囲数百 m にわたり接触変成作用を与えている。志方花崗岩については黒雲母 K-Ar 年代値 $77.5 \pm 1.3\text{Ma}$ が報告されている (尾崎ほか, 1995)。兵庫県南西部、加古川以西の瀬戸内側には岩株状の花崗岩体がいくつか知られており、播磨花こう質岩類 (岸田・弘原海, 1967) などと称されてきた。しかし、地質や記載岩石学的特徴・放射年代の明らかにされた岩体は乏しいのが現状で、貫入年代や岩石学的共通点を明らかにした上でグループとしての総称を使用すべきであろう。本報告では個別の岩体名を使用することとする。

新生代堆積岩類 本地域の新生代堆積岩類は下位より神戸層群 (古第三紀)、大阪層群 (鮮新世-更新世中期)、明美段丘堆積物 (更新世中期末)、西八木層 (更新世後期)、沖積層 (更新世後期末-完新世) に区分される。

神戸層群は、三田盆地、神戸市西部、淡路島西部及び

それらの周辺地域に分布する後期始新世-前期漸新世の堆積物である(第6.1, 6.2, 6.4図)。主に砂岩・泥岩・礫岩からなる河川、湖及び扇状地堆積物からなり、淡路島や神戸市西部の神戸層群下部に位置づけられる層準では海成層も認められる。神戸層群の中・上部では凝灰岩層を多く含まれる。高砂図幅地域に分布する神戸層群は三田盆地及び神戸市西部の西側延長部にあたり、本図幅内では三木市街地の美囊川の川底や丘陵の側壁に断片的に神戸層群上部が観察できるのみである。神戸層群は、いなみの台地では第四系に覆われており、ボーリング資料からは、厚さ数100mで分布が確認される。

本図幅地域の大坂層群は、白亜系や神戸層群を広く覆い、神戸市西部、播磨平野東部から三田盆地及び加古川中流域にかけて分布する。下部の明石累層と上部の明美累層に区分される(第7.1, 7.2図)。明石累層と明美累層とは軽微な不整合関係にある。明石累層は層厚300~450mで、本図幅地域北西から南東へ向かって厚くなる。主に礫、シルト-粘土層、砂層からなる河成堆積物で、一部粘土層と砂層からなる海成層が卓越する。礫種は、流紋岩類、チャート、頁岩、砂岩、シルト岩、凝灰岩からなる。明石地域の明石累層の上限は火山灰層の対比などから大阪層群最下部-下部に対比されるが、加古川市上壮町の露頭や加古川市尾上町池田のボーリングコアからは大阪層群上部の下部に位置づけられる花粉化石群が得られた。明美累層は層厚50m以下の大坂層群上部の上部に位置づけられる中部更新統で、挟まれる海成粘土層はMa9(酸素同位体ステージ11)に対比される。海成粘土層以外は礫層主体で、特にいなみの台地西部では海成粘土層が欠如する。礫種はチャートが主体となり、礫種から明石累層と明瞭に区別できる。

明美累層には少なくとも6つの段丘面が発達し、いなみの台地の平坦面を構成する。これらの段丘面の構成層を本報告では明美段丘堆積物と呼ぶ。いずれも明美累層堆積以降の中期更新世末の段丘堆積物と推定される。

西八木層は、最終間氷期に形成されたものと推定される。本図幅地域では明石市から加古川市南部にかけての沿岸部に広く分布する。小河谷によってかなり開析されているが、広く安定した段丘面を有し、現在の河川系と密接な関係で発達する。西八木層は、上位の段丘面を有

するものから、西八木1層、西八木2層、西八木3層に細分でき、それぞれ酸素同位体ステージの5e, 5c, 5aに相当すると推定される。

加古川及びその支流などに分布する沖積層は、表層部では地形的に、沖積錐堆積物、崩積堆積物-山麓斜面堆積物、谷底平野堆積物、後背湿地堆積物、自然堤防堆積物、流路埋積堆積物、海浜堆積物に区分できる。ボーリング資料から見ると、沖積層の厚さは加古川河床付近を除き10m前後と薄い。沿岸部の沖積層は、内湾、海浜や河口付近、扇状地や氾濫原堆積物に細分可能である(第9.1図)。これらの地層は本図幅地域の沖積層は主に縄文海進期及びそれ以降の堆積物と推定されるが、年代資料が欠如しており、その詳細については不明である。

活構造及び地質災害 本図幅地域は、西北西-東南東方向に延びる山崎断層系の南東部及び六甲-淡路断層系の北西側に位置する(第10.1図)。本図幅地域では、活断層の疑いがある断層として、三木断層、草谷断層、八幡断層の3つの断層がある。しかし、いずれも明美累層及び明美段丘堆積物を切るものの、後期更新世以降の地層に変位を及ぼした証拠はない。一方、いなみ台地の明美面は北西から西への顕著な傾動が認められ、六甲山地の形成に伴う中期更新世以降の傾動運動の影響が認められる。

高砂図幅地域では、震源地が高砂図幅地域西部とされる868年8月3日のマグニチュード7以上と推定される播磨地震、また最近では1995年1月17日には、本図幅地域南東の淡路島北端部を震源地とするマグニチュード7.2、最大震度7に達する地震が発生している。

本図幅北西部の法華山地のうち、特に宝殿層火山礫凝灰岩の分布域では岩屑などの斜面物質がほとんど斜面に残ることなく急崖がよく発達する。

本図幅地域南東部、播磨町や明石市の江井ヶ島付近の海岸は浸食が著しく、1950年代以降、侵食崖に沿って直立護岸と根固工が行われている。

資源地質 高砂市竜山一帯では、宝殿層の成層ハイアロクラスタイトである竜山石もしくは宝殿石と称される石材(主に間知石、外壁用石材)などが古くから採掘されてきた。また、宝殿層の溶結凝灰岩(火砕流堆積物)を対象に採石も行われている。

第3章 丹波帯堆積岩コンプレックス

(尾崎正紀)

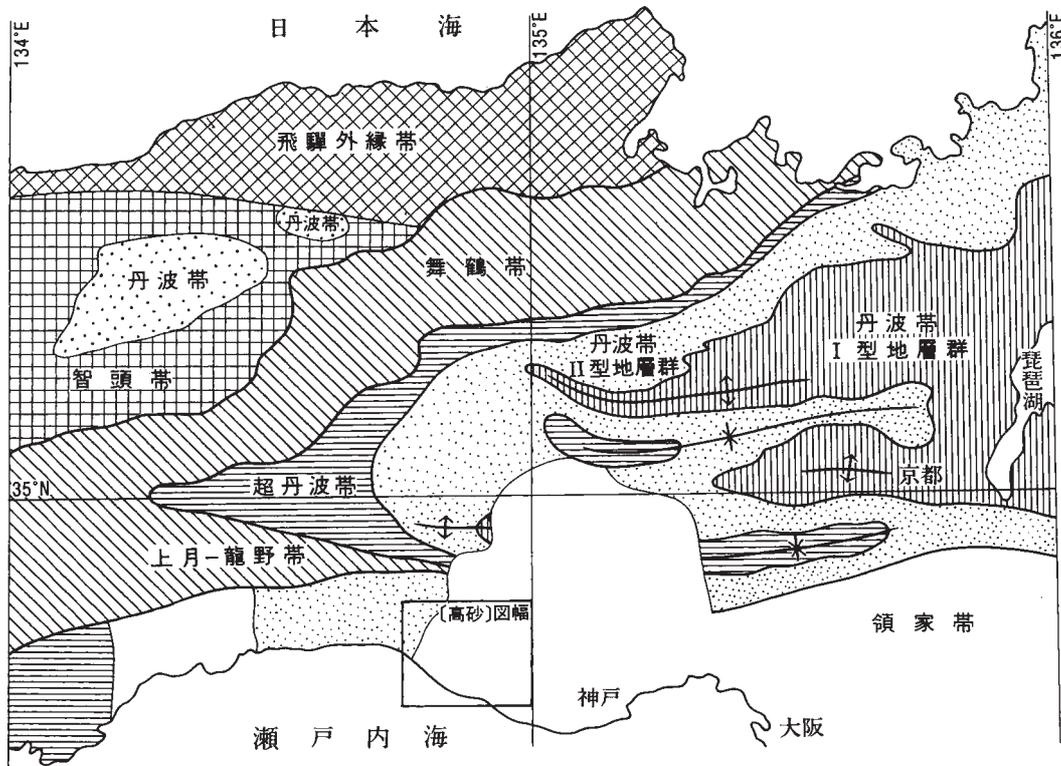
本図幅地域及び周辺地域では、神戸市西区の神出町の雄岡山(標高241.2m)、雌岡山(249m)や、その南東側の押部谷町のトーシン山(164m)などに堆積岩コンプレックスが分布する。このうち雌岡山の西部のみが本図幅地域に属する。この雌岡山の北西に位置する三木市の福井、草谷、工場公園など八幡断層の北東部地域のボーリング資料(第7.4図)には、大阪層群に覆われた堆積岩コンプレックスと推定される記載がある。一方、これらの地域より南側のボーリング資料には、宝殿層及びその相当層と推定される火山岩類が直接大阪層群に覆われており、堆積岩コンプレックスと推定される基盤は認められない。これらのことから堆積岩コンプレックスは本図幅地域の北東部に広く分布していることが推定される。

雌岡山では、頁岩、砂岩泥岩の互層(層厚1~2cm幅)とチャートを主体とし、わずかに砂岩、凝灰岩を挟

む。地質図では頁岩及び砂岩泥岩の互層主体層とチャート主体部分を区分した。全体として北西-南東方向の伸びを示す地質構造を示し、雌岡山の西側山腹では同方向に石英斑岩が貫入する。

チャートは灰-黒色を呈する層状チャートで、風化して一部赤色化を示すこともある。単層の層厚は通常数cm程度で比較的薄い。チャートの珪質泥岩への漸移も観察できる。頁岩は暗青色-黒色で、しばしば灰色のシルト岩-極細粒砂岩の薄層を挟む。不規則な形状の砂岩レンズも認められる。厚い砂岩を主体とする地層はほとんど認められない。全体に褶曲構造が発達し、傾斜もしばしば垂直を示す。

本図幅地域の堆積岩コンプレックスは、以上の岩相の特徴と周辺地域の丹波帯の分布(第3.1図)から丹波帯に属すると推定される。



第3.1図 高砂図幅及び周辺地域の中・古生界の地質構造区分
尾崎ほか(1995)の第7図を一部修正。

第4章 白亜紀後期火山岩類

(原山 智)

4.1 概要及び研究史

加古川下流域西側に広く分布する白亜紀火山岩類は、不整合を介して区分される広峰層群-相生層群-天下台山層群の3層群に区分され(岸田・弘原海, 1967), その後の研究も基本的にこの区分を踏襲することが多かった(弘原海, 1987など)。一方, 本図幅北隣の5万分の1地質図幅「北条」地域内の白亜紀火山岩類を調査研究した尾崎ほか(1995)は, 本図幅地域北東隣の「三田」図幅西部地域に分布する有馬層群の層序が加古川以西の「北条」地域にも適用できることを示した。こうした対比は, 有馬層群中において鍵層をなす特徴的な平木溶結凝灰岩が「北条」地域中央部まで追跡できることに基づいていた。これらに対し, 本図幅の北西に位置する5万分の1地質図幅「龍野」地域内の白亜紀火山岩類を調査研究した山元ほか(2000)は, 同図幅内の白亜紀後期火山岩類を9つの累層に区分し, それぞれの累層が独立したカルデラを埋積する火山岩層であることを示した。山元ほか(2000)は広峰層群-相生層群-天下台山層群などのように広域にわたり岩相の類似性で対比された包括的層序区分は意味をなさないと主張している。

カルデラ外にアウトフローした火砕流堆積物はカルデラを埋積する同じユニットに比べ著しく層厚が薄いため, 一般に浸食作用により削剥され消滅しやすい。このために独立した陥没カルデラ間で, 鍵層など層序的な手法を用いて対比を行うことは困難であることが多い。こうしたことから, 鍵層など厳密な意味での層序対比が不可能なときには, いたずらに岩相對比による広範囲で包括的な層序区分を行うのではなく, 各堆積盆(陥没カルデラなど)の認定とその内部層序を明らかにすることが重要といえよう。

本図幅地域内の白亜紀後期火山岩類中には, 基盤岩の高まりや岩屑なだれ堆積物など陥没カルデラ境界を示す情報は得られていない。また, 平木溶結凝灰岩などのような広域対比に役立つような鍵層も見いだされていない。岩相として卓越しているのは流紋岩溶岩とハイアロクラスタイトであり, 活動中心が遠方ではなく, この地域内にあったことを示している。また, 「龍野」地域内の各累層との対比は困難で, 独自の特徴を有している。一方, 隣接する「北条」地域内の南西部, いわゆる加西アルプスの白亜紀後期火山岩類とは分布が連続することに加え, 流紋岩溶岩を主体とするなど岩石構成の共通点が多く, とともに同一の堆積盆を構成する火山岩層である

可能性が高い。こうした特徴に基づき, 本地域から「北条」地域内の南西部にかけて連続分布する白亜紀後期火山岩類については, 独立した堆積盆内に堆積した火山岩層と見なし, 石材生産地として有名な宝殿^{ほうでん}の地名をとって宝殿層と命名することとする。

4.2 未区分凝灰岩類(Ut)

定義 ここでは, 加古川以東の丘陵地に点在分布する白亜紀後期火山岩類のうち, 宝殿層分布域から10km以上南東に離れ, 宝殿層を構成する火山岩とは類似性の無い凝灰岩類を便宜上未区分凝灰岩類と呼ぶこととする。

模式地 明石市緑が丘の南側斜面。

分布 表層地質図「須磨・明石・洲本」(後藤, 1983)によれば, 模式地の西方1kmの錦が丘南側斜面にも類似した岩相の凝灰岩が分布されると報告されているが, 今回の調査時点では露頭を確認することができなかった。

層序関係・産状 第四紀層に被覆された丘陵地の急崖の一部に限定されて露出している。

層厚 葉理構造が不明であり, 算定できない。

岩相 結晶破片に富んだ輝石・黒雲母流紋デイサイト質の溶結凝灰岩からなる。風化を免れた新鮮な部分では暗灰色の色調を示す。

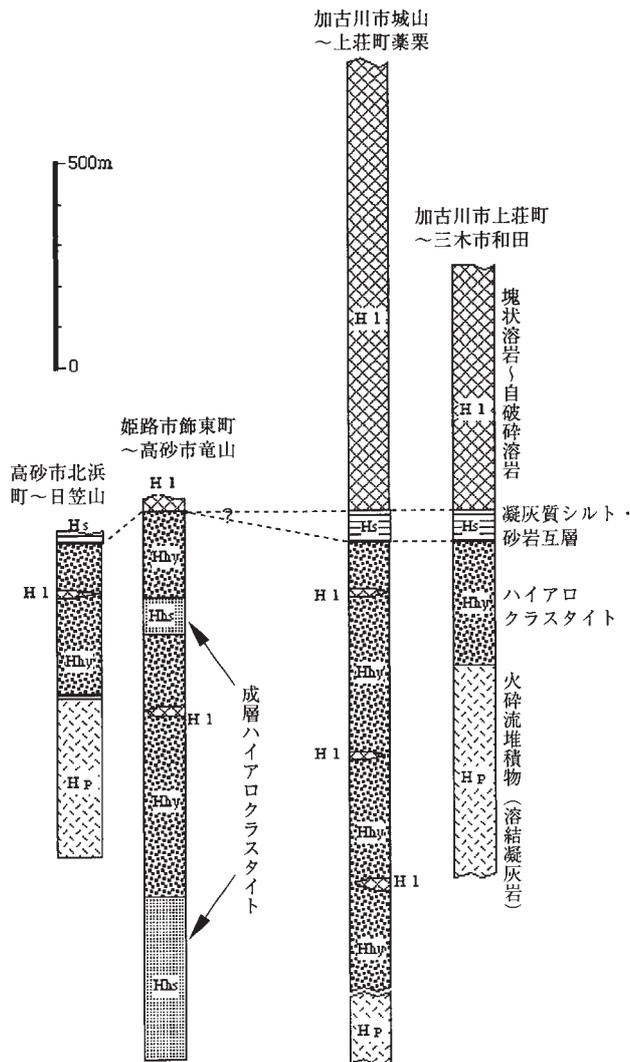
地質時代・対比 本図幅内に類似した岩相はない。また年代測定値の報告もない。

4.3 宝殿層

命名 新称。概要に記したように, 「北条」地域内の南西部から本地域にかけて分布する流紋岩溶岩及び関連岩石を主体とする白亜紀火山岩層を宝殿層と定義する。下限は不明であるが, 積算層厚は2,500m以上。本地域内では, 下位の火砕流堆積物(Hp)の上位に湖成堆積物(Hs), 溶岩及び関連岩類(Hl, Hhy, Hhs)の順でほぼ重なる層序が確認できたが, 地域ごとに各堆積物の層厚や溶岩/ハイアロクラスタイトの比は大きく変化する(第4.1図)。以下この順序で記述を行う。

4.3.1 火砕流堆積物(Hp)

定義・模式地 本地域内では最下位に位置する火砕流堆積物であり, 本地域北東部の小野市黍田^{きびたちょう}町の道路切り割りや, 北西方の採石場で模式的な露出が見出される。



第4.1図 宝殿層の地域別柱状図

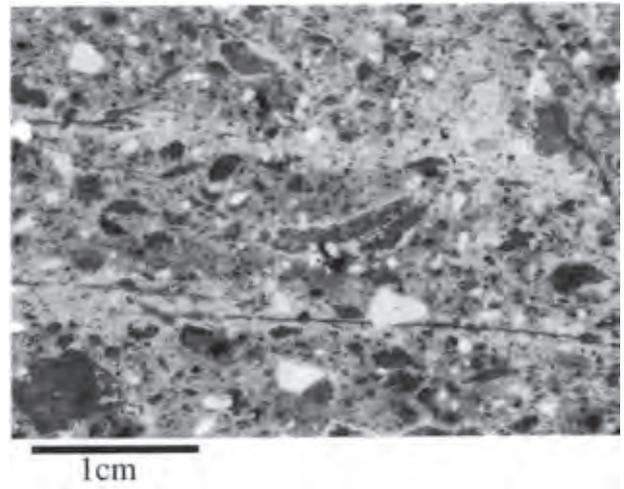
湖成堆積物 (Hs) は加古川市上荘町一帯の宝殿層中の良い鍵層であるが、姫路市飾東町-高砂市竜山地域では見出されず、高砂市北浜町で再び挟在している。

分布 本地域の北東部と西部に分布する。北東部の模式地周辺では小野市来住町及び播磨ゴルフ場、三木市正法寺-下石野-和田周辺、加古川市上荘町東部に露出する。また本地域西部では、姫路市曾根町日笠山周辺、高砂市北浜町西浜付附近に露出する。

層序関係 下位の地層との関係は不明。

層厚 下位層との境界が不明であるが、少なくとも400mを下らない。

岩相 結晶片に乏しく、アルカリ長石を欠くことで特徴づけられる凝灰岩で、溶結度は強溶結から非溶結軽石凝灰岩まで変化するが、ほとんどは強溶結組織を示す。風化していない強溶結部では暗灰色-灰色を示し堅硬で、ユータキサイト構造が発達する (第4.2図)。加古川市白沢の南方山地見られる非溶結部では淡緑灰-灰白色の色調を示し、緑灰色でさまざまな程度に扁平化した



第4.2図 火砕流堆積物 (Hp) の岩石スラブ近接写真
流紋岩溶結凝灰岩 (32901) : 小野市黍田町北東750m. 採石場北側の道路切り割り (標高30m). 基質には溶結組織を示すユータキサイト構造が観察される。

軽石を多く含んでいる。こうした非溶結部では、やや軟質で膠結度が低い印象を与える。

地質時代・対比 北隣「北条」地域では、本堆積物に相当する強溶結凝灰岩から $73 \pm 3\text{Ma}$ の FT 年代値が報告されている (尾崎ほか, 1995)。

4.3.2 溶岩及び関連岩類 (H1, Hhy, Hhs)

塊状及び自破碎部 (H1)、ハイアロクラスタイト (Hhy)、成層ハイアロクラスタイト (Hhs)

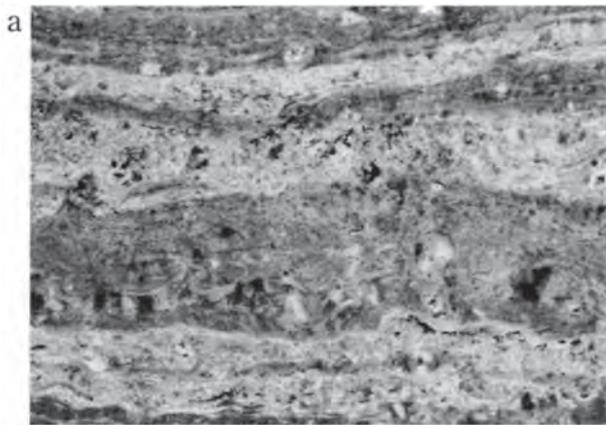
模式地 塊状溶岩及び自破碎溶岩は、加古川市権現第二ダム西方の湖岸遊歩道沿いで模式的産状を確認できるほか、加古川市城山に至る道路沿いでも良好な露出を示す。ハイアロクラスタイトは権現第二ダム遊歩道沿いのほか、加古川市平荘湖湖岸や高砂市阿弥陀町一帯で典型的な岩相が確認できる。成層ハイアロクラスタイトは、高砂市宝殿一帯の採石場で典型的な産状が観察できる。

分布 加古川以西の山地・丘陵に広く分布している。加古川市磐^ね、西磐 (権現池一帯)、平荘町一帯、投松^{ねじまつ}-飯盛山、高御位山、高砂市阿弥陀町-宝殿地区のほか、加古川南側の加古川市日岡山、西条、石守などの丘陵地に露出する。

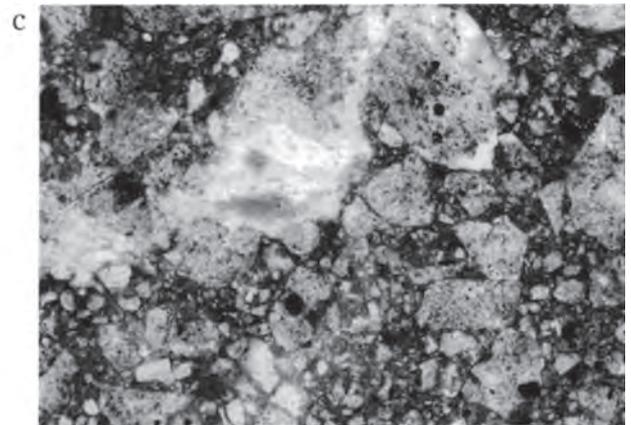
層序関係 上荘町加古川ゴルフ場の東で、宝殿層の火砕流堆積物 (Hp) を整合に覆う。高砂市北浜町でも、整合関係で宝殿層の火砕流堆積物を覆う。

層厚 上限は不明であるが、姫路市別所町から高砂市阿弥陀町に至る山地では少なくとも1,500mを超えると推定される。

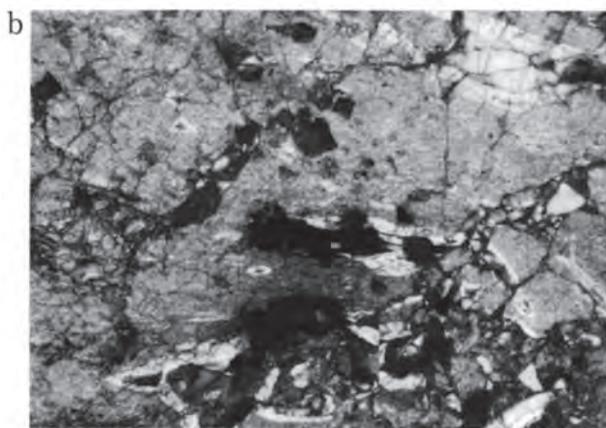
岩相・産状 本図幅北部の平荘町-城山にかけての地域を中心に塊状溶岩及び自破碎溶岩が卓越し、その南の神木-飯盛山及び西方の高御位山一帯ではハイアロクラ



1cm



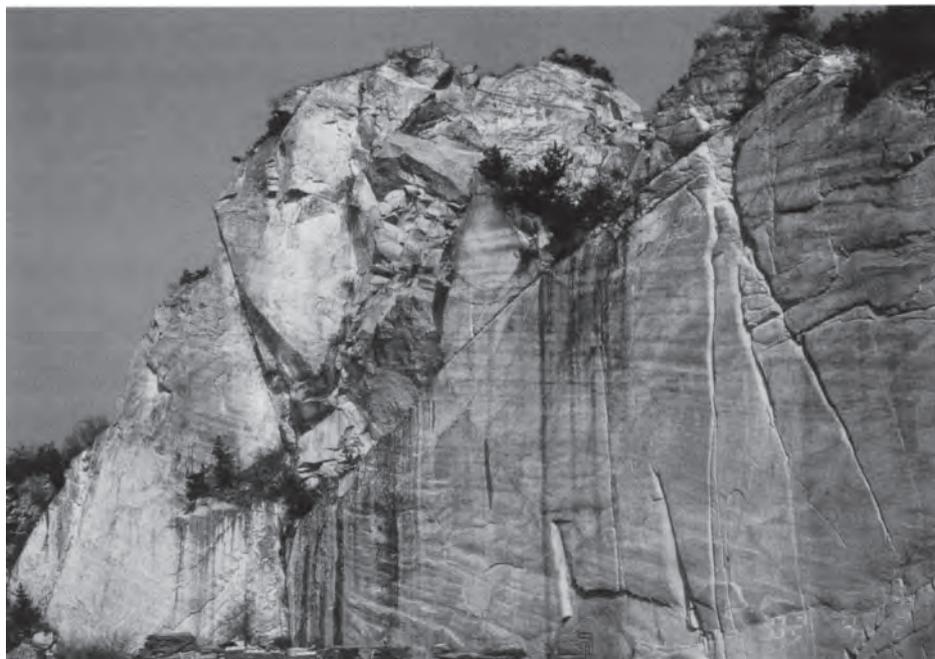
1cm



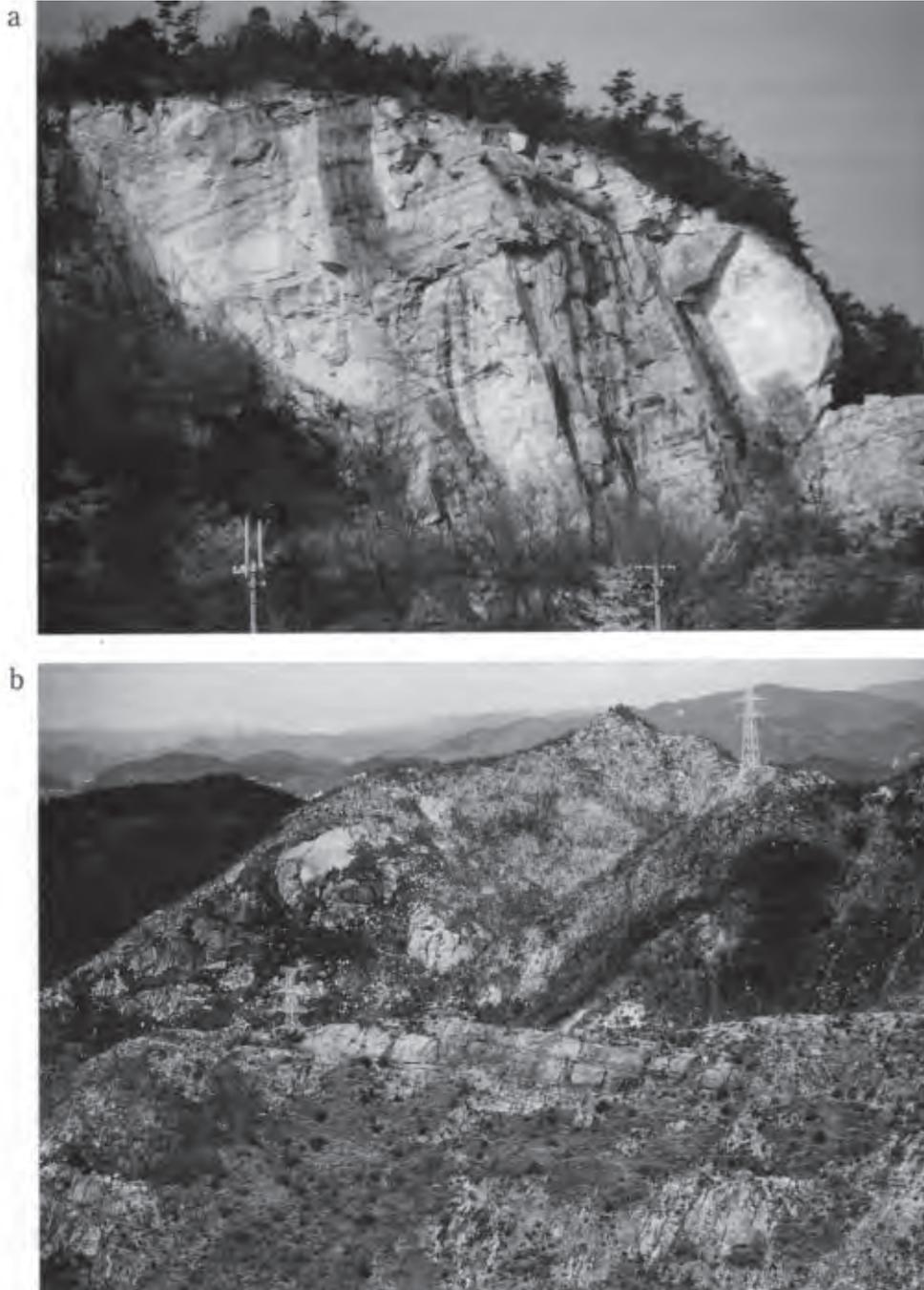
1cm

第4.3図 流紋岩溶岩の塊状部からハイアロクラスタイトまでの岩相変化
(岩石スラブ近接写真)

- a 流理構造の発達する塊状溶岩 (40202) : 姫路市的形町的形北方山地 (標高 50m)
- b 自破碎組織を示す流紋岩溶岩 (40401) : 加古川市平荘町磐西方, 権現第二ダム湖岸自転車道脇 (標高 55m). 隣り合う破片にはジグソーパズル状の組織が観察できる.
- c ハイアロクラスタイト (40402) : 4-3b 図と同地点. 自破碎部からハイアロクラスタイトへの移行が観察できる. ハイアロクラスタイトでは, 流紋岩の破片が雑然と集合しており, 隣合う流紋岩の破片から破碎前の状態に復元できない.



第4.4図 成層ハイアロクラスタイトの層状構造 : 高砂市竜山二丁目の休止採石場。
一般に流紋岩粗粒破片に富んだ部分がやや明色で, 細粒破片に富んだ部分は暗色を呈する。明色部から暗色部への移行は漸移的なケースが多いが, 暗色部と上位の明色部との境界は明瞭な境を示すことが多い。



第4. 5図 成層ハイアロクラスタイトの層状構造遠望

- a 阿弥陀町生石西方の休止採石場に露出する成層ハイアロクラスタイト. 東方250m 地点から望遠撮影.
- b 姫路市桶居山南の山腹に露出する成層ハイアロクラスタイト. 南方500mの尾根上で望遠撮影.

スタイトが卓越する。塊状部から自破碎部を経てハイアロクラスタイトに至る岩相の変化は数10mの範囲でも確認され、層準の上下・水平方向への岩相の移行が著しいことを示している。

塊状部では流理構造（第4. 3a 図）や球顆構造がしばしば発達し、色調は暗紫灰色から淡褐色 - 淡緑灰色まで変化が著しい。自破碎部ではジグソーパズル状の破碎組

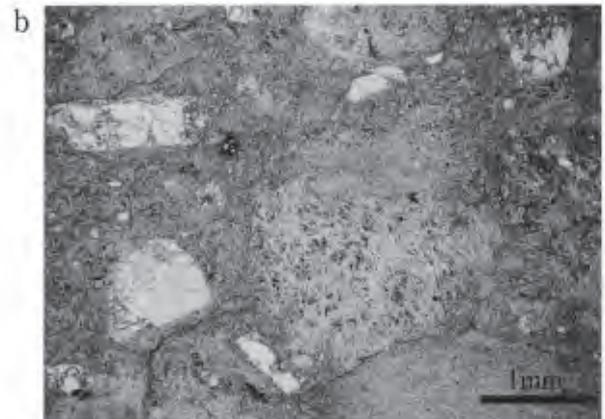
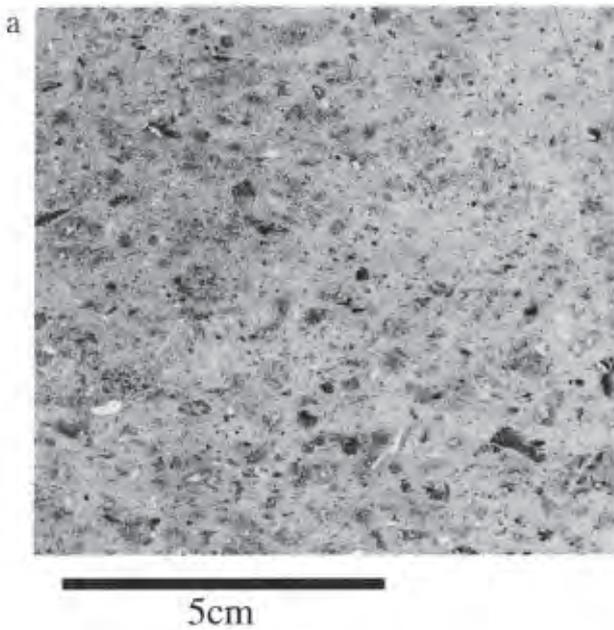
織が観察され、数cm径の破片が主体をなすのに対し、基質の占める割合は少ない（第4. 3b 図）。

ハイアロクラスタイトは暗紫灰色 - 淡黄緑色 - 淡黄褐色の色調を示し、数cm程度の岩片から細粒砂サイズまでの流紋岩破片が無構造で雑然と集合した組織を示す（第4. 3c 図）。異質な岩片はほとんど含まれない。成層ハイアロクラスタイトは、ハイアロクラスタイト分布域



第4.6図 成層ハイアロクラスタイトの層状ユニット境界部:高砂市阿弥陀町魚橋北の採石場(稼行中).

流紋岩の粗粒破片を欠く細粒部の上に,白色粗粒の流紋岩破片に富んだユニットがやや明瞭な境界を介して重なり,更にその上に粗粒破片を欠くユニットが重なる.



第4.7図 成層ハイアロクラスタイトの岩相:高砂市竜山山頂の北200mの休止採石場.

- a 岩石スラブ近接写真:淡緑色細粒な基質の中にやや明色な流紋岩破片が配列する.フレーク状の破片(長径2~10 mm)は成層構造に平行な配列を示す.
- b 偏光顕微鏡薄片写真(下方ポーラー):10 μ mから10mm前後まで様々なサイズの流紋岩破片が集合しており,少量の斜長石・石英結晶破片を含む.
- c 偏光顕微鏡薄片写真(直交ポーラー):流紋岩破片は脱ガラス化の程度の異なる様々な組織を示す.斜長石破片の多くが方解石に置換され,残存部もアルバイト化が著しい.

の一部に観察される成層構造発達部で、主として数 cm 径の流紋岩破片の多少の繰り返し（厚さ 10 数 cm- 数 10 cm のユニット）により層状構造を示す（第 4. 4 図）。こうした成層構造は宝殿地区の採石場や姫路市桶居山一帯で発達しており、数百 m 離れた地点からでも遠望できる（第 4. 5a, b 図）。しかし、露頭に近接しても各ユニットの境界部には流紋岩破片のサイズの違い（1cm を超える粗粒岩片の多少）による岩相の差が観察できるのみで、ユニット境界は節理を欠き密着した関係にある（第 4. 6 図）。

成層ハイアロクラスタイトを構成する破片はほとんどが流紋岩からなり、異質な岩片は極めて乏しいが、わずかに先白亜系の砂岩・頁岩が見出される。流紋岩破片は、長辺を有するフレーク状のものが多く成層構造に平行な配列を示している（第 4. 7a 図）。また、ユニット下部にはやや粗粒な岩片が濃集し、上方に向かって岩片が細粒化する弱い級化構造や、反対にわずかに上方へ粗粒化する逆級化構造が観察されることがある。こうした特徴から、成層ハイアロクラスタイトは、溶岩周辺で生産された流紋岩破片が水流により運搬され再堆積して形成された再堆積ハイアロクラスタイトと判断される。

溶岩、自破碎溶岩、ハイアロクラスタイトの岩片はいずれも流紋岩質で、斑晶に乏しい（数 vol. % 程度）。斑晶として石英・斜長石を含み、アルカリ長石を欠いている。

地質時代・対比 放射年代値の報告はない。北条図幅内に、本岩相の北方延長部が露出する。

岩石記載

成層ハイアロクラスタイト：高砂市竜山山頂の北 200 m の休止採石場。

淡緑灰色の細粒緻密な基質中に、径 1～5mm 時に 10 mm に達する緑灰色岩片が多量に含まれている。結晶破片として少量の石英・斜長石を含むが、斜長石の大部分は方解石に置換されている。このほかまれに 5mm 以下の頁岩岩片が含まれる。

基質 10 μ m 前後から数 mm 径まで連続するさまざまなサイズの流紋岩破片から構成される。破片は一般に隠微晶質の組織を示すが、微球顆構造から細粒等粒状を示すものもある（第 4. 7b 図）。しばしば破片内には流理とみなせる連続の良い縞状構造も観察される。基質中には、数 μ m サイズの複屈折の低い鉱物（緑泥石?）が多数生じている。

結晶片 0.5～3mm 径の斜長石・石英結晶が数 vol. % 含まれる。アルカリ長石は含まれない。斜長石の多くは方解石に置換され、残存部分もアルバイト化が進行している。数 mm サイズの流紋岩破片中には斜長石自形結晶や融食形を示す石英が確認される。このほか、極微量の褐れん石・不透明鉱物が含まれる。

4. 3. 3 湖成堆積物 (Hs)

定義・模式地 成層構造のよく発達した凝灰質シルト-砂岩互層からなる堆積物で、上荘町灰ヶ池西方の道路切り割り沿いに模式的な露出がある（第 4. 8 図）。

分布 加古川市上荘町一帯に分布するほか、平荘町上



第 4. 8 図 宝殿層湖成堆積物の岩相：加古川市上荘町灰ヶ池西方の道路沿い（模式地）
1～2cm 前後の層厚でリズムカルに繰り返す凝灰質シルト岩及び凝灰質砂岩の互層が発達する。

原北東の山中にも露出する。このほか、本地域西部の高砂市北浜町にも類似の堆積物が露出している。

層序関係・産状 模式地付近では火砕流堆積物非溶結部（Hp）の上位に整合的に重なる。小野市来住町南方や、加古川市上原北東の山地ではハイアロクラスタイトの上位に整合的に重なる。

層厚 上荘町一帯で70m、上原北東で100m前後。

層相 模式地付近では凝灰質シルト岩及び凝灰質砂岩の1～2cm前後でリズムカルに繰り返す互層が代表的な層相である。高砂市北浜町では、互層の他に礫岩層を挟む部分が見出された。

第5章 貫入岩類

(原山 智)

5. 1 岩脈類 (Gp)

模式地・分布 小野市来住町南東の山腹に2本の花崗斑岩岩脈があるほか、加古川市志方町岡東方の城山に至る道路沿いでも花崗斑岩の岩脈が確認された。

貫入関係・産状 いずれも宝殿層の流紋岩溶岩中に幅20～30mの岩脈として貫入している。

岩相 灰白色細粒緻密な石基中に径2～10mm大の石英・カリ長石・斜長石斑晶を含む(第5.1a, b, c図)。肉眼でカリ長石は淡桃色を示す。黒雲母斑晶(径1mm前後)もわずかに含まれる。

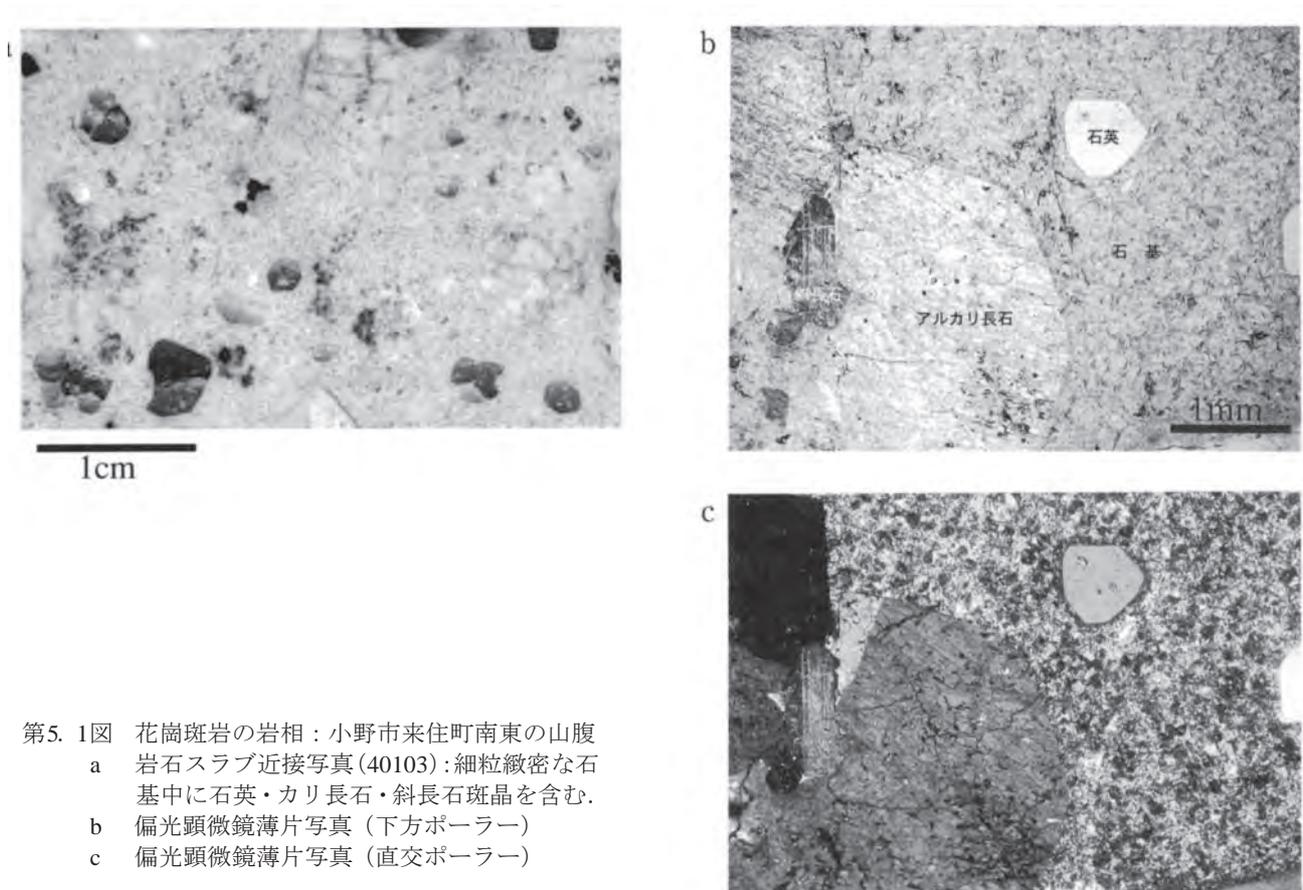
地質時代・対比 放射年代値の報告はない。

5. 2 志方花崗岩 (Gs)

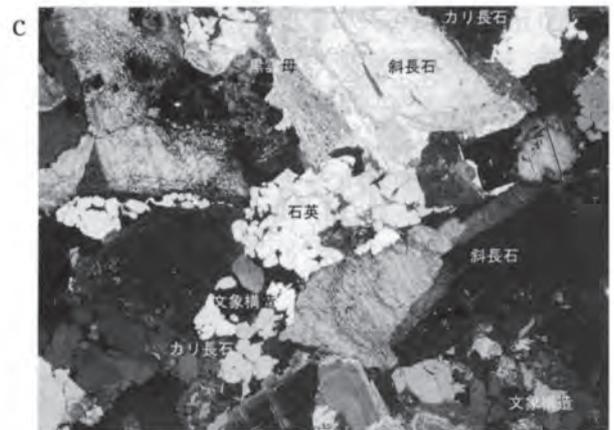
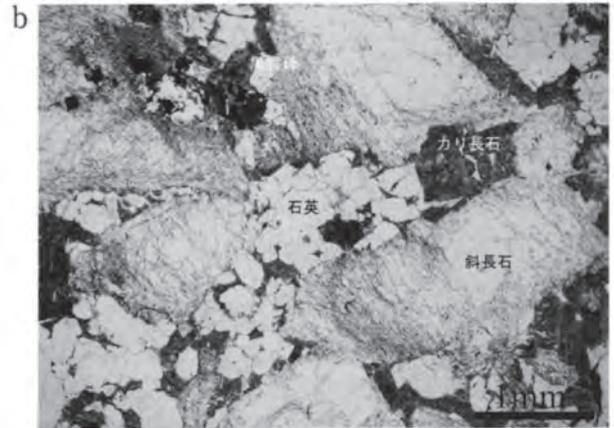
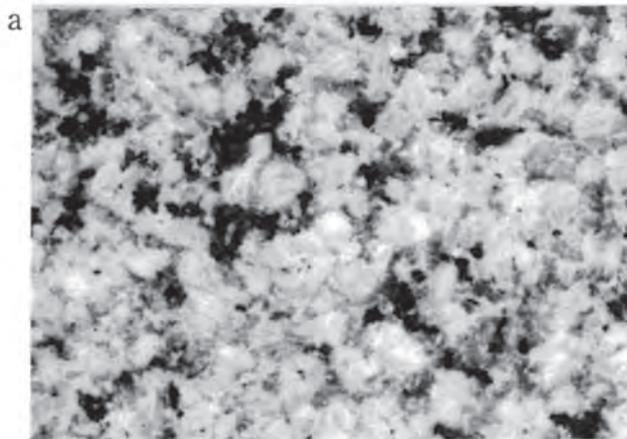
命名 尾崎ほか(1995)による。

模式地 加古川市志方町東飯坂の旧採石場。

分布 加古川市志方町の周囲、大藤山一帯、飯坂、大宗、投松の北西、上富木から赤山(現在はスポーツセンターとして造成され、丘陵地形は消失した)、西牧の西側山地の山裾にかけて露出する。更に志方花崗岩の分布域は、北隣の北条図幅内の志方町雑郷一帯までひろがっており、全体として北北東に伸びた5×2.5kmの岩体を成している。



第5.1図 花崗斑岩の岩相：小野市来住町南東の山腹
a 岩石スラブ近接写真(40103)：細粒緻密な石基中に石英・カリ長石・斜長石斑晶を含む。
b 偏光顕微鏡薄片写真(下方ポーラー)
c 偏光顕微鏡薄片写真(直交ポーラー)



第5.2図 志方花崗岩の岩相：加古川市志方町投松北方の道路脇休止採石・採土場
 a 岩石スラブ近接写真（40203：白色半自形-自形結晶が斜長石斑状結晶．間隙を充填する灰色細粒鉱物が石英．
 b 偏光顕微鏡薄片写真（下方ポーラー）
 c 偏光顕微鏡薄片写真（直交ポーラー）：斜長石斑状結晶は，弱い反復累帯構造を示す．間隙を充填する汚濁したカリ長石と石英は，一部文象構造を示す．

貫入関係・産状 宝殿層の流紋岩溶岩・ハイアロクラスタイト中に貫入しており，母岩には境界から数百mの範囲で再結晶作用などの接触変成作用が確認される．

岩相 自形斜長石の斑状結晶（径2～4mm）の間隙を径1mm前後の石英・カリ長石が充填する斑状組織を示す（第5.2a, b, c図）．肉眼でカリ長石は，淡桃色を示す．

地質時代・対比 模式地の花崗岩について 77.5 ± 1.3 Maの黒雲母 K-Ar 年代値が報告されている（尾崎ほか，1995）．

岩石記載

角閃石含有斑状黒雲母花崗岩：加古川市志方町投松北

方の道路脇休止採石・採土場

顕鏡下では，斜長石斑状結晶は反復累帯構造が発達し新鮮であるが，間隙充填状のカリ長石は汚濁変質が進行している．石英はカリ長石とともに斜長石自形-半自形斑状結晶の間隙を充填し，一部で文象構造を示す（第5.2b, c図）．黒雲母は顕著な多色性を示し吸収が強い．一部緑泥石化するが，おおむね新鮮である．黒雲母は数mmサイズのクロットをなすことがあり，そうした部分には緑色角閃石が伴われている．

主成分鉱物：斜長石・石英・カリ長石・黒雲母．少量の角閃石を伴う．

副成分鉱物：不透明鉱物・ジルコン・アパタイト・褐れん石

第6章 神戸層群 (Kt, Kg)

(尾崎正紀)

6.1 概要及び研究史

神戸層群は、三田盆地 - 北摂山地南部、加古川中下流域左岸、六甲山地内を含む神戸市周辺、淡路島北部、明石海峡下、千里丘陵や播磨灘北東沿岸部など広範囲に分布する古第三系である (第6.1図)。神戸層群の多くは砂岩、泥岩、礫岩を主体とする河成堆積物からなるが、淡路島や神戸市西部では浅海成層を含む。神戸層群は、ジュラ紀堆積岩コンプレックス、白亜紀火成岩類を不整合に覆い、大阪層群に不整合で覆われる。

神戸層群の研究は神戸市の六甲山地内の地質構造の研究 (上治, 1936a, b) によって始められ、六甲山地の地質図 (上治, 1937) では第三系白川層群と呼ばれた。神戸層群は鹿間 (1938) によって明石海峡付近に分布する第三系に対して与えられた名称で、その後、三田盆地・神戸市西部 - 六甲山地・淡路島北部などに分布する第三系の総称とされた (池辺編, 1961)。

池辺編 (1961) 以降、大阪市立大学地学科の卒業論文や修士論文などテーマとして調査が実施され、その成果は「六甲山地とその周辺の地質」(藤田・笠間, 1971), Huzita *et al.* (1971) や、5万分の1地質図幅の「大阪西北部」(藤田・笠間, 1982), 「神戸」(藤田・笠間, 1983), 「須磨」(藤田・前田, 1984) としてまとめられた。また、新たなデータも加えられ、順次、5万分の1地質図幅「三田」(尾崎・松浦, 1988), 「明石」(水野ほか, 1990), 「洲本」(高橋ほか, 1992), 「北条」(尾崎ほか, 1995), 「広根」(松浦ほか, 1995) などで報告されてきた。

層序区分 神戸層群は凝灰岩層を区分の基準とし、凝灰岩の少ない下部と多い上部を合わせて1つの累層 (堆積サイクル) とされ、三田盆地 (北神地区) では下位から有野・吉川・淡河累層に、神戸市西部 (西神地区) では多井畑・白川・藍那累層に区分された。淡路島北部の神戸層群は岩屋累層と称される (Huzita *et al.*, 1971; 藤田・笠間, 1971, 1982, 1983; 藤田・前田, 1984)。多井畑累層が有野累層と岩屋累層に、白川累層が吉川累層に、藍那累層が淡河累層にそれぞれ対比される (第6.2図)。なお、淡路島北部の脊梁山地上や東西両海岸側の断層沿いに点々と分布する神戸層群は鹿間 (1936, 1938) によって岩屋層と呼ばれ、その後池辺編 (1961) で岩屋累層とされたものである。

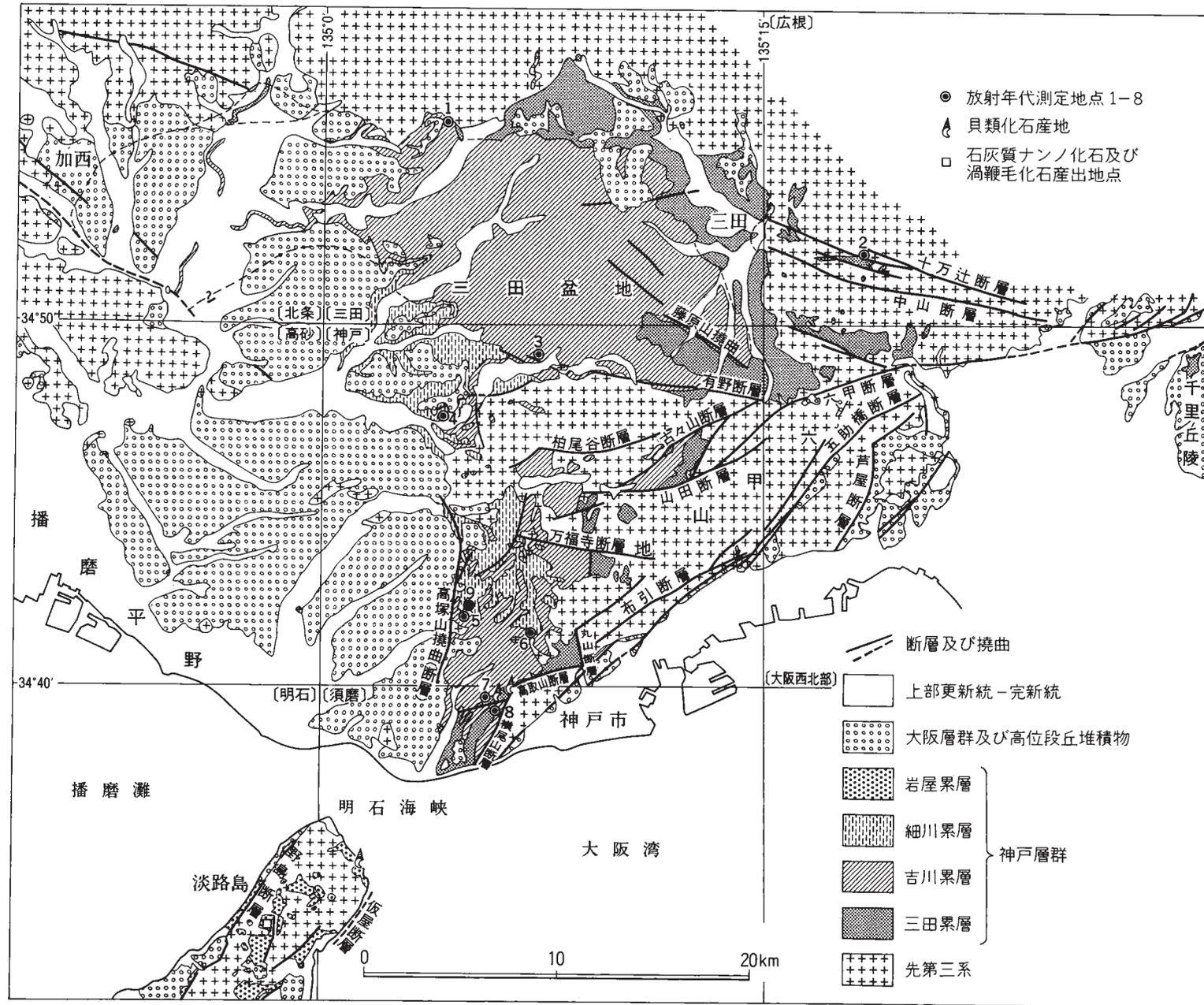
一方、三田盆地の神戸層群は凝灰岩層以外の岩相を基準とした層序区分も行われ、下位から三田累層、吉川累

層及び細川累層と区分されている (尾崎・松浦, 1988)。三田累層は、更に下位より砥石川泥岩砂岩部層、新田礫岩部層及び下井沢泥岩部層に、吉川累層は下位より長尾砂岩泥岩部層、吉安砂岩泥岩礫岩部層及び原坂泥岩部層に細分された (第6.2図)。尾崎・松浦 (1988) の東条湖凝灰岩層と北畑凝灰岩層の層準が、それぞれ藤田・笠間 (1982, 1983) などの有野累層と吉川累層、吉川累層と淡河累層の境界に一致する。尾崎・松浦 (1988) と神戸市西部における藤田・笠間 (1983) などによる層序区分との関係は、岩相・凝灰岩・地すべりの発達状態から、白川累層は吉川累層と三田累層上部に、細川累層は藍那累層下部に対比されている (第6.2図)。なお、第6.1図は、神戸市西部は、尾崎・松浦 (1988) の層序区分に従い地質図を描いている。

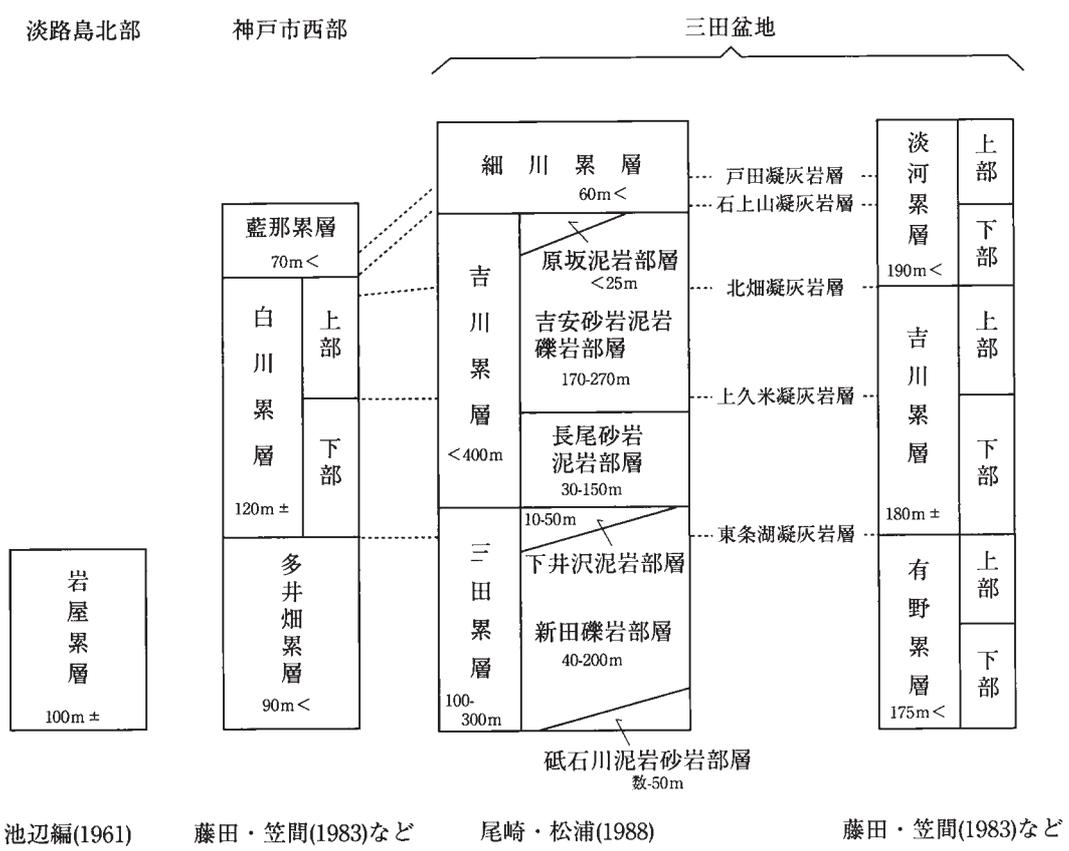
分布と層厚 神戸市西部では、多井畑累層 90m 以上、白川累層 120m 前後、藍那累層 70m 以上と見積もられているが、全体の厚さは示されていない (藤田・笠間, 1971 など)。神戸図幅地域内、高塚山撓曲 (藤田・笠間, 1983 など) の西 1.5km の位置 (神戸市西区大神戸ゴルフ場) で地表より深さ 90m から層厚 200m 以上 (国土交通省土地水源局国土調査課, 2001; 都道府県整理番号, 159 のボーリング資料より推定: 付図 f-g の K01-159 参照)、白川累層と藍那累層の境界層準付近の神戸市西区木見で地表から深度 200m 以上 (同上 K01-154) まで、神戸層群が分布する。白川累層上部が分布する須磨区菅の台 (同上 K01-164) は地表付近から深さ 300m まで神戸層群が確認されている。白川累層下部が表層部に分布する須磨図幅内神戸市垂水区高倉台、横尾山断層のすぐ西側では、深さ 166m まで神戸層群が分布し花崗岩を不整合に覆っている。

三田盆地では積算層厚 800m 以上で、西側ほどより上位の地層が分布し、部層ごとに層厚が著しく変化する (尾崎・松浦, 1988)。国土交通省土地水源局国土調査課 (2001) のボーリング資料によると、三田盆地ほぼ中央の美囊郡吉川町吉川インターチェンジ付近では層厚 360 ~ 390m、その北西の東条町新定では層厚約 230m で流紋岩に達する。なお、神戸図幅内の三木市細川町細川中では深度 330m でも神戸層群からなり、基盤に達していない。なお、藤田・笠間 (1983) では三田盆地の神戸層群の層厚について、有野累層 175m 以上、吉川累層 180m 前後、淡河累層 190m 以上と見積もっている。

淡路島北部の岩屋累層の層厚は、神戸市西部や三田盆地に比べ薄く、全体としては 100m 前後と見積もられ



第 6.1 図 神戸層群の分布
 尾崎ほか (1995) を一部修正, 一部加筆.



第 6.2 図 神戸層群の層序区分と対比

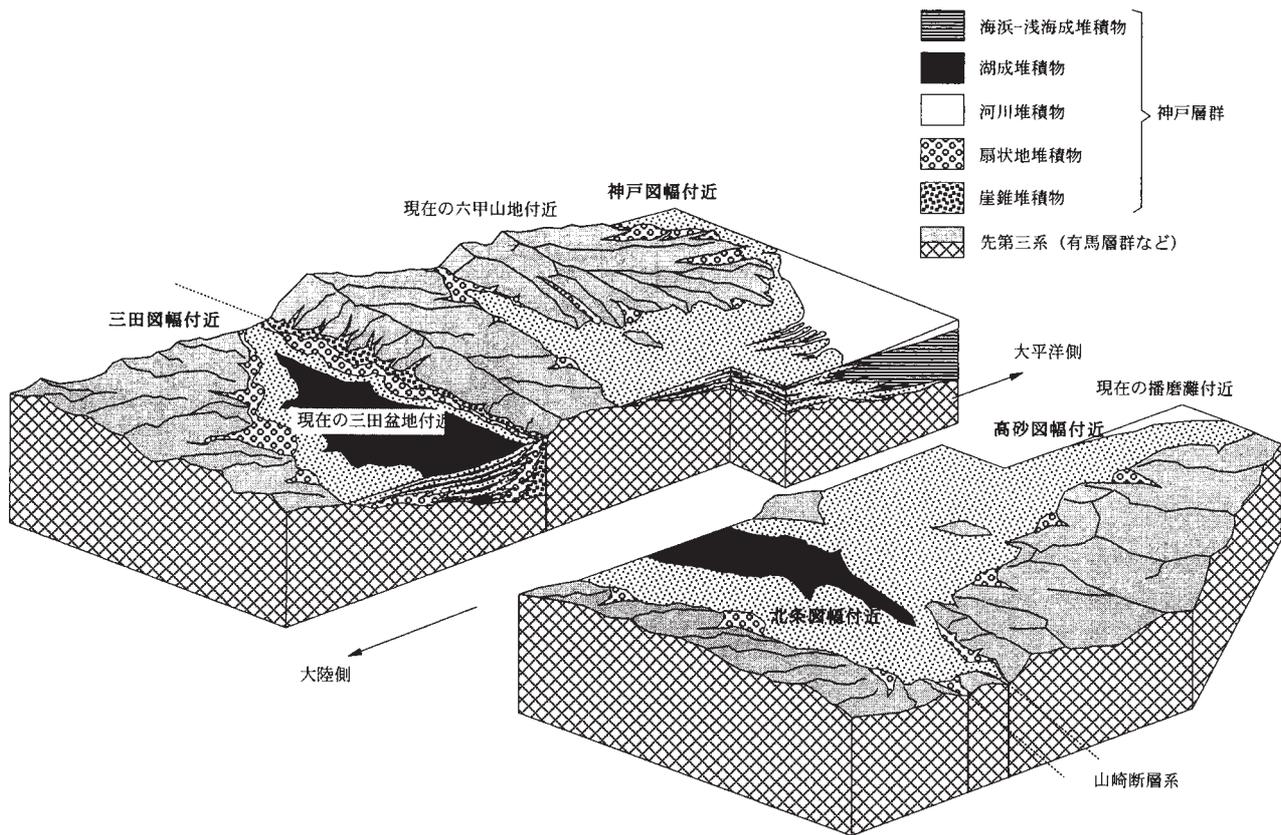
ている (鹿間, 1938 ; 水野ほか, 1990). また, 明石海峡大橋下にも, 明石累層に覆われ花崗岩類を不整合に覆う層厚 100m 前後の神戸層群が知られている (土木学会・本州四国連絡橋技術調査委員会, 1965 ; 西垣・佐伯, 1984).

高砂図幅内では, 後述のように明石市二見町の反射法弾性波探査から得られた南北方向の長さ 2km 断面の解析から, 大阪層群に覆われた神戸層群の存在が推定されている (明石市編, 1998). また, 加古川市神野町福留のボーリング資料 (H82-49 ; 付図 b) には, 推定標高約 -90m の層準に大阪層群に覆われた神戸層群と推定される砂岩の記載がある.

地質構造 六甲山地の西側, 神戸市西部を中心に分布する神戸層群は, 六甲山地に発達する古々山断層, 柏尾谷断層, 山田断層, 万福寺断層, 高取山断層, 長田断層などの東西~北東-南東方向の断層群や, 丸山断層や鈴蘭台撓曲などの南北方向の断層群によって変位を受けている (藤田・笠間, 1983 ; 藤田・前田, 1984 など). これら断層の多くは逆断層・横ずれ断層成分を持つ. 神戸層群の層準から見ると, 全体としてより西側ほどより上位の層準の神戸層群が分布し, かつ神戸層群の上部が直接白亜系にアバットする. 東西~北東-南東方向の断層群は更新世以降, 六甲山地の形成に伴い再活動をしている.

一方, 三田盆地に分布する神戸層群は, 三田盆地北縁部と東縁部では基盤岩類と不整合関係で, 三田盆地南縁部では有野断層, 淡河断層など西北西-東南東~東西方向の断層で接する (藤田・笠間, 1983 など). これらの断層は, 万願寺川沿いの加古川中流域の台地・低地と山地の境界に連続するように分布し, 全体として三田盆地南縁を断層崖とするハーフグラベン (断層角盆地) が推定されている (第 6.3 図 : 尾崎・松浦, 1988 ; 尾崎ほか, 1995). 三田盆地の神戸層群は西ないし南へから加古川中流域では南ないし東へ平均すると数度以下で傾斜する. なお, 三田盆地ではこのハーフグラベン形成後, 北西-南東及び西北西-東南東方向あるいは東北東-西南西方向に発達する逆断層などによって変位を受けている.

淡路島北部では, 脊梁部と断層で隔てられて低地部に神戸層群が分布する. その境界を隔てる野島断層では垂直変位最大 300m 以上の変位が認められ, 断層付近で急傾斜する. 脊梁部では全体として南東へ緩く傾斜しているが, 淡路島北部の海岸沿いの岩屋累層は, 野島断層など北東-南西方向の断層群などによって変位 (数 100 m オーダー以下) を受けている (岡・寒川, 1981 ; 水野ほか, 1990 など). これら断層の多くは鮮新・更新統や段丘堆積物を変位させ, 今も活断層として活動している.



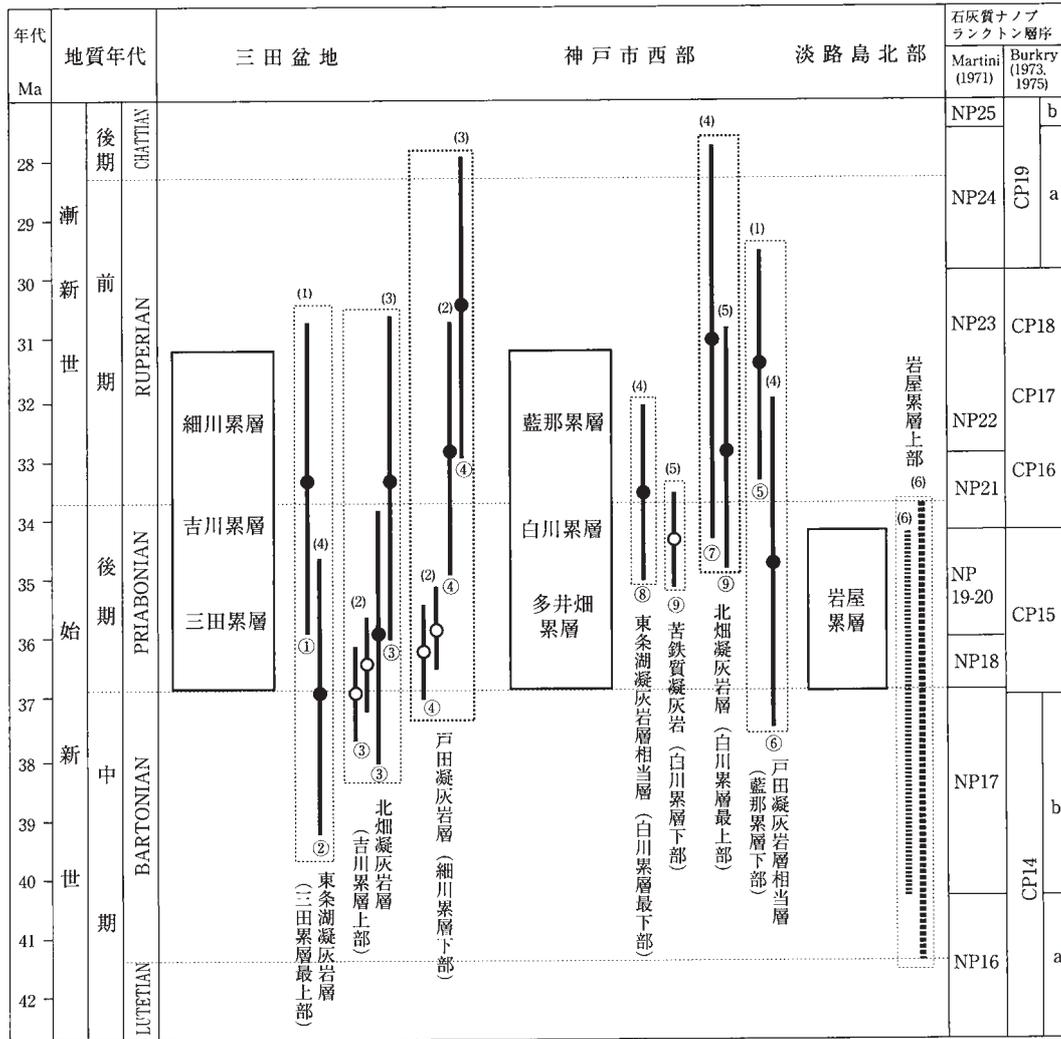
第6.3図 神戸層群の堆積環境モデル
尾崎・松浦（1988）を一部改変。

岩相・堆積環境 多井畑累層は、塊状または斜交層理の発達した粗粒-中粒砂岩を主体とし、シルト岩を挟む。多井畑累層からは貝化石群が産し、暖海における湾口部から外洋（潮間帯から水深60m位）環境が推定されている（尾崎ほか，1996）。一方、淡路島北部の岩屋累層は、主として泥岩、砂岩及び礫岩から構成され、下位から上位へ、主として不淘汰な砂礫岩から淘汰のよい砂岩及び礫岩、更に海成の泥岩及び砂岩へと層相が変化する（水野ほか，1990など）。不淘汰な花崗岩類の巨礫からなる淘汰の悪い亜角-角礫岩層や連続性の悪い薄い亜炭層を挟む河川堆積物から、浅海成性堆積物へ海進が認められる（水野ほか，1990）。

中上部の神戸層群は非海成層で、尾崎・松浦（1988）に基づく、三田盆地の新田礫岩部層は礫岩主体の扇状地堆積物と推定され、盆地の北・東・南縁部に分布する。特に三田盆地南縁部の新田礫岩部層は、不淘汰な巨礫岩層からなる。また、砥石川泥岩砂岩部層の一部、下井沢泥岩部層、原坂泥岩部層は泥岩主体の湖成堆積物で、盆地南部に厚く分布する。更に、下位より礫岩、砂岩、泥岩へと移り変わる上方細粒化層の累重からなる砥石川泥岩砂岩部層の一部、長尾砂岩泥岩部層、吉安砂岩泥岩礫岩部層、細川累層の一部は網状河川堆積物と推定され、全体として第6.3図のようなハーフグラベンで堆積し

たと推定されている。三田盆地では礫岩の90%以上が白亜紀火山岩類由来の礫からなり、神戸層群堆積時には篠山盆地付近も有馬層群が広く覆っていたと推定されている。同様に、神戸市西部の白川累層や藍那累層も、三田盆地との比較から網状河川堆積物や湖成堆積物を主体とした堆積環境が推定される。

火砕岩 神戸層群には多くの流紋岩凝灰岩層を挟むが、神戸層群中に溶岩や岩脈は確認されていない。神戸層群に挟在する火砕岩は流紋岩質で、単層の層厚が数cm-数mのエピクラスティックな凝灰岩や軽石火山礫凝灰岩からなる。降下軽石を一部含むものの、粗粒凝灰岩にはトラフ型斜交層理や平行層理が、細粒凝灰岩には平行葉理がよく発達し、多くが二次堆積物と考えられる（尾崎・松浦，1988）。三田盆地では、比較的連続するものだけで少なくとも9層の凝灰岩層が挟在し、下位から東条湖・上久米・北畑・石上山・戸田凝灰岩層と名称を与えられている（尾崎・松浦，1988）。しかし、これらの凝灰岩層は凝灰岩や火山礫凝灰岩などの累重により数10cm～35mの層厚を持ち、またその間に堆積岩を挟むものである。特に吉川累層の凝灰岩層に関しては、阪本ほか（1998）が指摘しているように、細かな対比には問題がある。例えば、上久米と北畑凝灰岩層は吉川累層のある層準の凝灰岩層の集合体であり、大阪層群の火山



- K-Ar年代とその誤差(±σ)
 - フィッション・トラック年代とその誤差(±σ)
 - ||||| 石灰質ナノ化石群の示す年代
 - ||||| 渦鞭毛藻化石の示す年代の示す年代
 - ①~⑨ 第6-1図で示した放射年代測定試料採取地点番号
- (1) 松尾 (1987)
 - (2) 尾崎・松浦 (1988)
 - (3) 弘原海・ギェムヴ・カイ (1994)
 - (4) 尾崎ほか (1996)
 - (5) 木村 (2002)
 - (6) 山本ほか (2000)

第6.4図 神戸層群の地質年代

灰層のように一枚ずつ対比されるものではない。このような凝灰岩層の特徴は神戸市西部においても認められ(宮津・松尾, 1997 など), 地域による層相変化が著しく, 多く挟まれる層準とそうでない層準の対比でしかない。なお, 木村 (2002) は神戸市西部において, 広域対比に有効な苦鉄質凝灰岩の挟在を明らかにしており, 狭い範囲ながら詳細な凝灰岩層の対比を試みている。

一方, 多井畑累層と岩屋累層には, 層厚数 cm の凝灰岩層が挟在するのみである(藤田・笠間, 1971 ; 水野ほか, 1990 など)。

神戸層群の凝灰岩に関しては, 沸石(湊ほか, 1983 ; 湊・難波, 1986), 重鉍物組成(西村, 1991), 記載岩石学的検討(谷・中川, 2001)などの研究が行われている。

放射年代 凝灰岩層のジルコンによるFT年代(松尾, 1987 ; 尾崎・松浦, 1988 ; 弘原海・カイ, 1994 ; 尾崎ほか, 1996 ; 木村, 2002)と黒雲母によるK-Ar年代(尾崎・松浦, 1988)はすべて始新世後期から漸新世前期の値を示す(第6.4図)。なお, 淡路島に分布する神戸層群の放射年代は測定されていない。

植物化石 山下(1893)の報告以降, 植物化石は特に

多産する神戸市西部の白川及び藍那累層産について多くの属種の記載が行われ、中新世植物群との対比が試みられてきた(鹿間, 1938; 島倉, 1959; 池辺編, 1961; 徳永, 1963; 大賀, 1964; 小島, 1983; 堀, 1976・1983; 松尾, 1987). 堀(1976)は台島型植物群の要素をかなり残した三徳型植物群, 小島(1983)は, 台島型植物群で三徳型植物群にも及ぶ可能性があるとした.

しかし, 神戸層群の放射年代と食い違うことから, 神戸層群産植物化石群(以降, 神戸植物群と略記)を古第三紀植物群としての見直しや新たな記載が行われつつある(尾崎, 1992; 棚井, 1992; 宮津・松尾, 1996; 植村, 1999; 米坂・山本, 1999; 山本・米坂, 1999). 放射年代に従うと, 神戸層群の植物群集変化から求められる古気候の寒冷化は, 始新世-漸新世境界付近の急激な寒冷化(Prothero, 1994など)に対応すると考えられる.

貝類化石 貝類化石は神戸市西部の南部分や, 多井畑累層と淡路島の岩屋累層に産出する. 多井畑累層産は神戸市西部の神様松撓曲と多井畑断層に囲まれた地域の南部に産出する(上治, 1935; 鹿間, 1938; 安藤, 1956, 1957, 1965; Huzita, 1962). また, 岩屋累層の中上部からも貝類化石が産出する(鹿間, 1938; 池辺編 1961; Huzita, 1962; 糸魚川, 1969, 1983; 藤田・前田; 1984; 野田, 1984; 佐藤・水野, 1990).

いずれも, 門ノ沢動物群に属するとされ, 放射年代測定以降も貝化石群は含貝化石層である岩屋累層と多井畑累層のみを瀬戸内中新統に位置づけ, ほかの神戸層群と区別する試みが行われた(糸魚川・柴田, 1993). その後, 尾崎ほか(1996)は, 多井畑累層から得られた新たな貝類化石を漸新世の芦屋動物群及び後期始新世-漸新世の浅貝動物群に対比し, 岩屋累層を中新統として, 神戸層群から分離させた. しかし, 後述のように淡路島の岩屋累層から得られた海棲微化石も古第三系を示す(山本ほか, 2000)ことから, 岩屋累層産貝類化石についても再検討が行われつつある.

海棲微化石年代 岩屋累層上部層から *Miogyopsina-Operculina* 帯(中新世中期)に含められている底生有孔虫化石が報告されていた(Tai, 1959). しかし, 淡路島北部の第三系岩屋層上部から中期始新世後期-後期始新世の堆積年代を示す石灰質ナンノ化石と渦鞭毛藻化石が報告されている(山本ほか, 2000; 第6.4図).

哺乳類化石 三田盆地の吉川累層からサイ上科に属する哺乳類化石の産出が報告されている(三枝・松原, 1999).

6. 2 高砂図幅地域の神戸層群

高砂図幅地域に分布する神戸層群は, 三田盆地や神戸市西部の丘陵地などに広く分布する神戸層群の西方延長部にあたる(第6.1図). 本図幅地域の神戸層群は広く

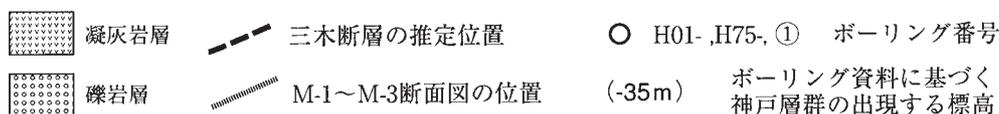
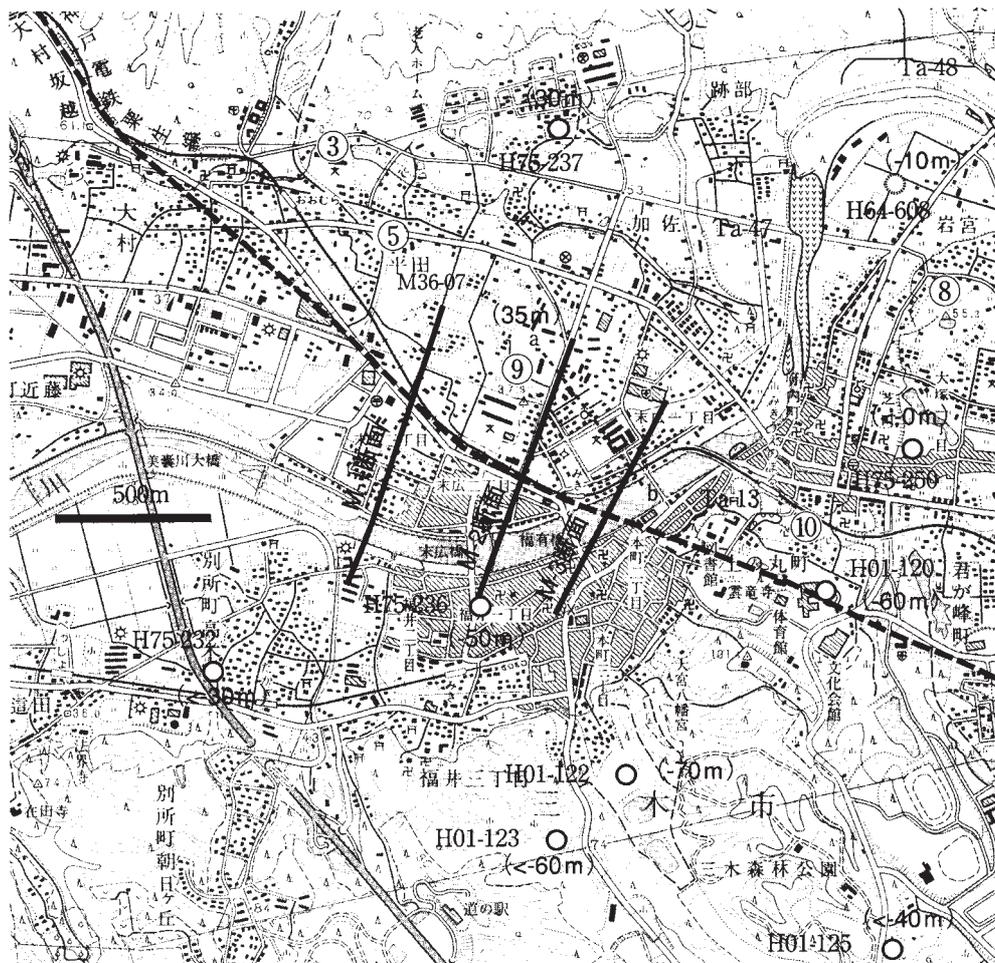
第四系に覆われおり, 露頭観察は三木市本町や久留美付近でのみ可能である(第6.5図).

大阪層群に覆われた神戸層群の存在は, 三木市別所町南部(H01-135: 標高約-50m), 加古川市の野口町(H75-207: 標高約-90m)と神野町(H82-49: 標高約-90m), 明石市大久保町(H75-149: 標高約-90m), 神戸市西区玉津町(H75-199: 標高約-80m)や平野町南部(H75-182: 標高約-20m)のボーリング資料から確認できる(第7.4図及び付図参照; 以降の本文記載のボーリング資料の位置, 記号数字の付け方, 引用文献については付図を参照. 以降, ボーリングの深さとボーリングそのものの深度を示し, 標高とはボーリング位置の標高から計算した特定層準の標高を示す). 一方, 明石市二見町における南北方向の反射法弾性波探査(明石市編, 1998)結果では, 基盤岩直上に分布する弾性波伝播速度2,600~3,000m/secのI層が神戸層群に対比されている. その基底部の深度は距離約2kmの間に400から580mへ南ほど深くなり, 層厚も約100~180mと南ほど厚くなる. 以上のことから, 基盤へのアバットや後述の北西-南東方向の断層による変化があるものの, 全体としては, 高砂図幅地域の東部から南部にかけて, 厚さ100~300mの神戸層群が分布していることが推定される.

三木市街地付近の露頭における神戸層群 三木市上の丸駅の南の崖沿い(標高45~50m付近Ta-13), 久留美(標高50m付近: Ta-48), 及び美囊川の川底(標高35m前後: Ta-47)で観察可能である(第6.5図). 美囊川の川底には凝灰岩層(Kt)が, それ以外の露頭では主に礫岩層(Kg)が分布する. 現在の河川の勾配に近い極めて緩やかな西傾斜(平均1°以下)を示す. なお, 露頭において, 特に顕著な断層などは認められなかった.

地点Ta-47など美囊川沿いには層厚10m以上の凝灰岩層が分布し, 同層準の凝灰岩層が川に沿って上流側(神戸図幅地域内)に連続して露出する. 風化すると白色を呈する灰白色細粒砂サイズの流紋岩質凝灰岩層からなり(第6.6図A, B). 淘汰はよく成層する. 礫岩層は, 現在の沖積面よりほぼ上位に認められ地点Ta-48の露頭では層厚6m以上の主に礫支持の円礫大礫-中礫サイズ礫岩層からなり, 砂基質支持の砂礫岩層や砂岩層を挟む. 一部斜交層理も認められる. 礫は主に円礫からなり, 礫種は面積比95%以上が流紋岩溶結凝灰岩-火山礫凝灰岩からなる白亜紀火山岩類の礫で, 5%以下でチャート礫を含む.

三木市街地付近のボーリング資料からみた神戸層群 三木断層の活断層調査の際に実施されたボーリングによる三木市末広町のM-1とM-3の解釈断面によると, M-2とM-3断面において断層延長部の北東側のa-bラインより東側に厚さ5m前後の沖積層直下(標高約



第 6.5 図 三木市市街地付近の神戸層群の分布

基図は、平成 12 年 4 月 1 日発行の国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図「三木」の一部を使用。Ta- は露頭番号。ボーリング番号のうち、H75-, H01-・・・は付図の説明参照。ボーリング番号②③・・・は、後藤ほか (1983) による。三木断層の推定位置と M-1 ~ M-3 断面図は兵庫県地域活断層調査委員会 (1999) による。

35m 付近) に、直接沖積層に覆われた神戸層群の分布が認められている (兵庫県地域活断層調査委員会, 1999; 第 6.5 図)。これに対し後藤ほか (1983) に掲載されている柱状図③ (深さ 12.5m), ⑤ (深さ 9.5m), ⑨ (深さ 7m) ではそれぞれの深さまで神戸層群には達していない。その一方で, ⑧では層厚 3.5m の西八木 1 層直下に砂岩層が, ⑩では層厚 4.5m の明美 2c 段丘堆積物直下に礫岩層が分布する (第 6.5 図)。その北の丘陵地と段丘の境界付近のボーリング資料 (H75-237) では深度約 -35m 付近 (標高約 30m) でジュラ紀堆積岩コンプレックスが確認され, 神戸層群が欠如する。三木上の丸駅のすぐ南東側の丘陵地のボーリング資料

(H01-120) では深度 143m (標高約 -60m) に第三紀層が記載されている。更に北方の H64-608 では深度 34.5m (標高約 -10m) に神戸層群が認められる。

兵庫県地域活断層調査委員会 (1999) によって沖積層下に推定された三木断層を横断する南北断面のボーリング柱状図を見ると (第 7.5 図その 3; H75-237 ~ H75-236 間), 三木断層を挟んで見かけ上約 80m の北東側隆起が推定され, 断層の存在を示唆する。その南東側延長については第 6.5 図の破線のような断層が丘陵地において推定されているが, Ta-13 (標高 45 ~ 50m 付近に神戸層群の露頭が分布) と H01-120 (標高約 -60m に第三紀層が記載) の間に三木断層が存在すると仮定すると,



第6.6図 神戸層群の岩相

- (A) 河川底及び側壁に分布する凝灰岩層（細川累層）：三木市府内町的美囊川（地点 Ta-47）
- (B) 細粒流紋岩凝灰岩：（A）と同じ場所.
- (C) 河川底及び側壁に分布する凝灰岩層（細川累層）：三木市府内町的美囊川（地点 Ta-47）

神戸層群の分布標高に約 100 m の差が推定される。ただし、大阪層群堆積時の地形はかなり起伏が存在するこ

とが推定されることから、上記の見かけ上の断層垂直変位については確かなものとはいえない。

第7章 大阪層群

(尾崎正紀)

7.1 概要及び研究史

大阪層群は、大阪湾、大阪平野及びその周辺の丘陵地、淡路島中北部、播磨平野東部、京都盆地、奈良盆地などに分布する鮮新世-更新世中期の堆積物である。その層厚は最大1,500～2,000mに達し、主に湖成・河成(デルタ堆積物も含む)の砂・礫・粘土層からなる(市原編, 1993など)。大阪層群は火山灰鍵層, 古地磁気層序, 海成粘土層, フィッション・トラック年代, 花粉化石, 植物葉化石, 珪藻化石, 哺乳類化石など, 数多くの手法によって層序学的研究が行われ, それらの成果は市原編(1993)などにまとめられている。

大阪層群の標準的な層序区分 植物化石群の盛衰(市原1960;市原編, 1993など)と地殻変動のイベント(藤田・笠間, 1982など)によって, 大阪層群は二つの異なる層序区分が提起されている(第7.2図)。前者は, 大阪層群を, 下位より最下部, 下部, 上部に3分した。最下部と下部はメタセコイア植物群の繁栄期と消滅期の境界(Ma-1海成粘土層の少し下位), 下部と上部はアズキ火山灰層の下限(メタセコイア植物群出現の上限で, Ma3海成粘土付近)によって区分されている。後者は大阪層群の地質構造を表現するため, Ma0海成粘土層の層準付近と, Ma5海成粘土層とMa6海成粘土層の間付近によって, 下位より下部亜層群, 中部亜層群, 上部亜層群に区分したものである。なお, 近接の5万分の1地質図幅のうち, 「明石」(水野ほか, 1990)と「北条」(尾崎ほか, 1995)は前者を, 「神戸」(藤田・笠間, 1983)と「須磨」(藤田・前田, 1984)は後者の区分に従い地質図を作成している。

高砂図幅地域の大阪層群 本図幅地域の東部では丹波帯堆積岩コンプレックスや神戸層群, 中央部や西北部では宝殿層や深成岩類を不整合に覆う。これら大阪層群は, 下部の明石累層と上部の明美累層に区分される(第7.2図)。明石累層と明美累層とは不整合関係にある。

明美累層は, 市原編(1993)の層序区分に従うと, 明石累層はそれぞれ大阪層群の最下部から下部に相当すると考えられてきた(居川・市原, 1993)が, 後述のように, 加古川の明石累層からは大阪層群上部の下部, すなわち海成粘土層のMa3からMa6に相当すると推定される花粉化石が得られた。時代的には累層を2分することも可能であるが。その境界についてのデータが得られていないので, 本報告では明石累層を大阪層群最下部から上部の下部に相当する地層とする。また, 藤田・笠間

(1982)の区分では, 明石累層は下部亜層群-中部亜層群に相当する。

明美累層はいなみの台地を広く覆う段丘面の構成層と考えられ, 居川・市原(1993)では明美累層は高位段丘堆積物に位置づけられるとして, 大阪層群に含めていなかった。しかし, 後述のように明美累層には海成粘土層が含まれ, Ma9及び酸素同位体ステージ11に対比される(加藤ほか, 1999)ことから, 本報告では明美累層を大阪層群に含めた。

明石累層の研究史 明石市, 神戸市西部に分布する大阪層群の研究は, 最初, 鹿間(1936)によって明石層群と命名され, 鮮新統上部に位置づけられた。その後, 明石層群は層相による層序(市原・小黒1958;市原ほか, 1960), 象化石(池辺, 1959)の研究によって上記の大阪層群最下部-下部に対比され, 地層名も明石累層に改められた(市原ほか, 1960)。

更に, 明石累層上部とされた海成粘土層の対比や位置づけに修正が加えられ, 赤坂及び高塚山海成粘土層は高位段丘堆積物(本報告での明美累層)であるとされた(八木, 1983a;藤田・笠間, 1983;藤田・前田, 1984)。また, 居川・市原(1993)は明石市及び神戸市西端部の明石累層の未公表成果をまとめ, 明石累層を火山灰層の層準により下位より最下部層・下部層・中部層・上部層に区分して, 最下部層から下部が大阪層群の最下部, 中部から上部が, それぞれ大阪層群の下部に対比できるとした。

一方, 嘴本^{はしもと}・前田(1989)は, 比較的連続する粘土層は少なくとも6枚あり, 礫層から粘土層へと上方細粒化する一連の地層を1サイクルとして, 下位より本多聞部層, 小寺部層, 伊川部層, 井吹部層, 友清部層, 春日台部層, 垂水礫層に区分した。また, 嘴本ほか(1995)は, 地質関係基礎資料として, 消失されつつある明石累層や明美累層の露頭資料を詳細にまとめている。

尾崎・松浦(1988)は, 本図幅東接の三田盆地に分布する大阪層群を下位から小野累層, 三木累層に区分し, それぞれ上記の明石累層(三木礫層)と明美累層(藤田・笠間, 1983)に相当するとした。そして, 明石累層を結果的に市原ほか(1960)の大阪層群上部に位置づけた。しかし, 尾崎ほか(1995)では, 尾崎・松浦(1988)の小野累層と三木累層は風化の程度が異なるものの, 全く同じ地層であることが明らかとなったとして, 両累層の命名及び定義を破棄し, 両累層を一括して明石累層とした。

後述の花粉化石分析からは大阪層群上部の下部に相当する加古川市上壮町に分布する明石累層は、高砂地域の表層地質図（後藤・井上，1989）では未区分大阪層群（鮮新統）として下部亜層群と対比され、居川・市原（1993）の図9.2では明石累層の上部（大阪層群上部）として地質図で描かれていた。また、嘴本・前田（1989）では、播磨平野東部の地質図において本層を明美累層の最上部累層（岩岡累層）に対比している。

明美累層とその段丘面の研究史 明石地域に分布する明美累層は主に礫層からなり、高塚山粘土層（市原ほか，1960）と呼ばれる海成粘土層を一枚挟む海進堆積物である（藤田・前田，1984；居川・市原，1993）。嘴本・前田（1989）は、明美累層を下位より朝霧部層、高塚山部層、岩岡部層と区分している。朝霧部層は層厚15m以上で、基底部の礫層と上部の海成粘土層からなり、この海成粘土層は舞子貝層（Makiyama, 1923）に対比された。なお、藤田・前田（1984）では、川西粘土層（明石川以東の明石累層中の層厚10m前後粘土層；市原ほか，1960）の削り込み部に舞子貝層相当層が埋積したと考えたが、嘴本・前田（1989）では露頭観察から舞子貝層の上位に川西粘土層が整合で累重するとした。また高塚山部層は模式地で層厚は約50mの海進海退のシーケンズが認められ、粘土層上部には高塚山貝層（福田・安藤，1951；安藤，1953）や高塚山火山灰層が挟まれる。岩岡部層の層厚は10～40mで南部ほど厚く、赤坂粘土層（市原ほか，1960）を挟むとされる。ただし、3部層の関係を直接示す露頭はなく、その上下関係などは不明である。高塚山部層からはFT年代（加藤ほか，1999など）や石灰質ナンノ化石（加藤ほか，2000）が得られ、酸素同位体層序のステージ11に対比され、海成粘土層Ma9に対比される。

明石地区や本図幅地域などでは、中位段丘面（本報告での西八木層の離水面）より上位の、明美累層の堆積面が形成する段丘面は明美面と呼ばれ、そのうち現河川の流路と無関係に分布する高位明美面と現河川に沿うような分布をする下位明美面に区分された（市原ほか，1960）。明美累層及び明美面との関係に関しては、大阪層群を不整合に覆う地層及びその段丘面とする考え方（市原・小黒，1958；市原ほか，1960；河名，1973；小野間，1985；居川・市原，1993）と、明美累層を大阪層群に含め明美面を大阪層群の堆積面（堆積物頂面）とする考え方（藤田・笠間，1983；八木，1983b；田中・野村，1984；尾崎・松浦，1988；嘴本・前田1989）がある。

市原・小黒（1958）、市原ほか（1960）は、大阪層群を不整合で層厚10m以内の高位段丘層が覆っているとした。河名（1973）は、高位1段丘面（本報告での明美面）直下の赤色風化殻の認められる地層（層厚4m以下）の礫がほとんどチャートで淘汰度が良いなどの特徴が認められ、下位の三木礫層（三木市周辺に分布する礫

層主体の明石累層；市原・小黒，1958）と異なるとした。また小野間（1985）は赤色風化殻の認められる地層は段丘形成後の再堆積層であり、嬉野面（本報告での明美面）と三木礫層との不整合面は嬉野面の直下数10mに求められるとした。更に居川・市原（1993）では明美累層は明石累層を明瞭な不整合で覆っていること、高位段丘面を構成していることから大阪層群に含めなかった。

一方、藤田・前田（1984）は、明美累層は大阪層群のMa6-10層までを含む地層とし（大阪層群上部亜層群に相当）、明美累層中の粘土層である高塚山粘土層に挟まれる火山灰層のFT年代 $0.49 \pm 0.09\text{Ma}$ から、この粘土層をMa6に対比した（藤田・前田，1984）。また尾崎・松浦（1988）は三田盆地の調査結果から、(1)明美面直下の赤色風化殻（横縞模様）が認められる地層は、三木累層の氾濫原土と考えることができること、(2)赤色風化殻の発達する地層より下位の三木累層中（本報告での三木市及び周辺に分布する明美累層）に、岩相の違いや不整合は認められないこと、(3)三木累層と明美面の分布が全く一致することから、藤田・笠間（1983）、八木（1983b）及び田中・野村（1984）と同様、明美面を大阪層群三木累層の堆積面とした。嘴本・前田（1989）は、明美面を明美累層岩岡部層の堆積面と扱っている。

7.2 ^{あかし}明石累層（Oa）

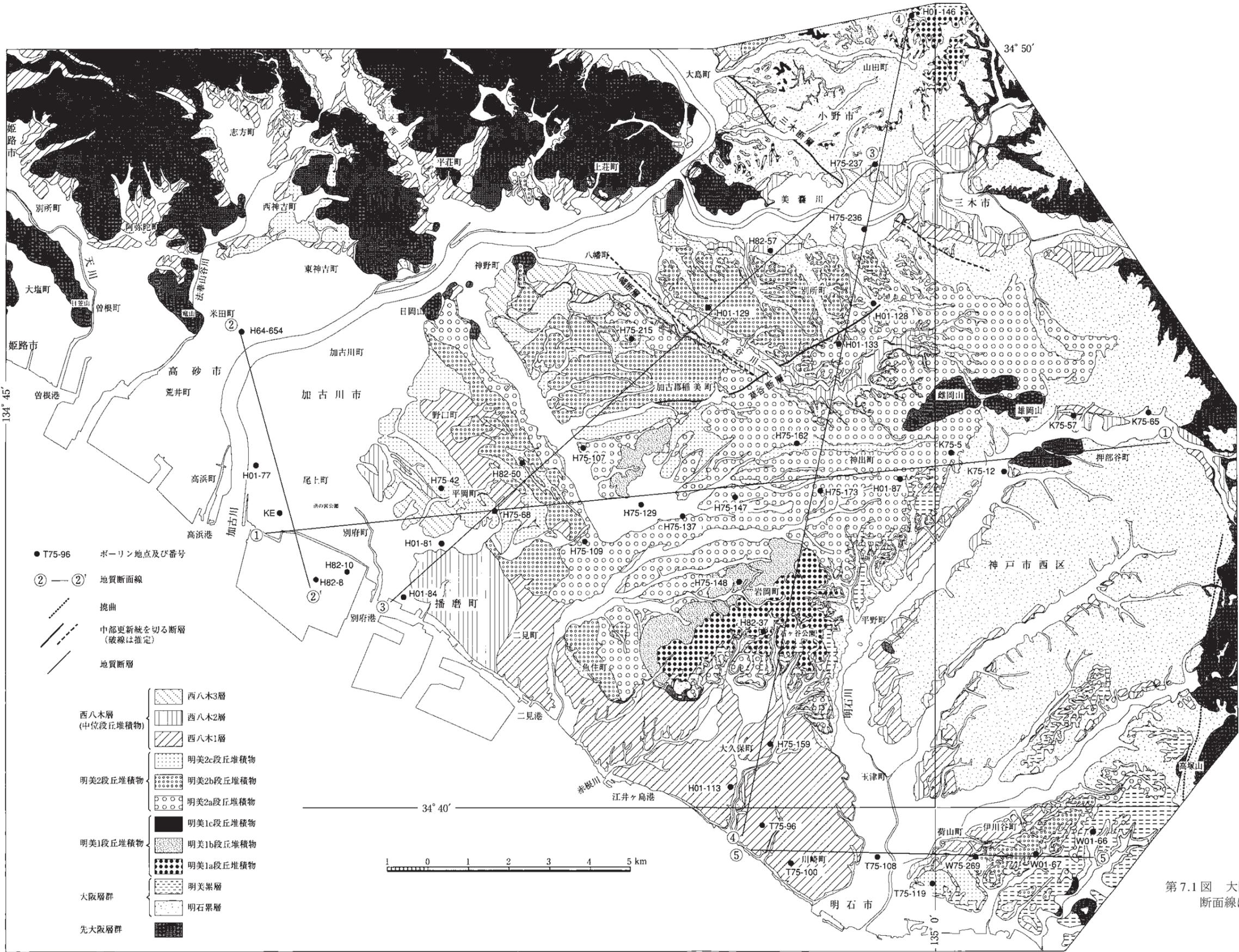
地層名 池辺（1959）及び市原ほか（1960）。

模式地 明石市の海岸の海食崖（市原・小黒，1958）。なお、模式地の露頭（第7.3図；市原ほか，1960）は護岸などのため現在観察することはできない。

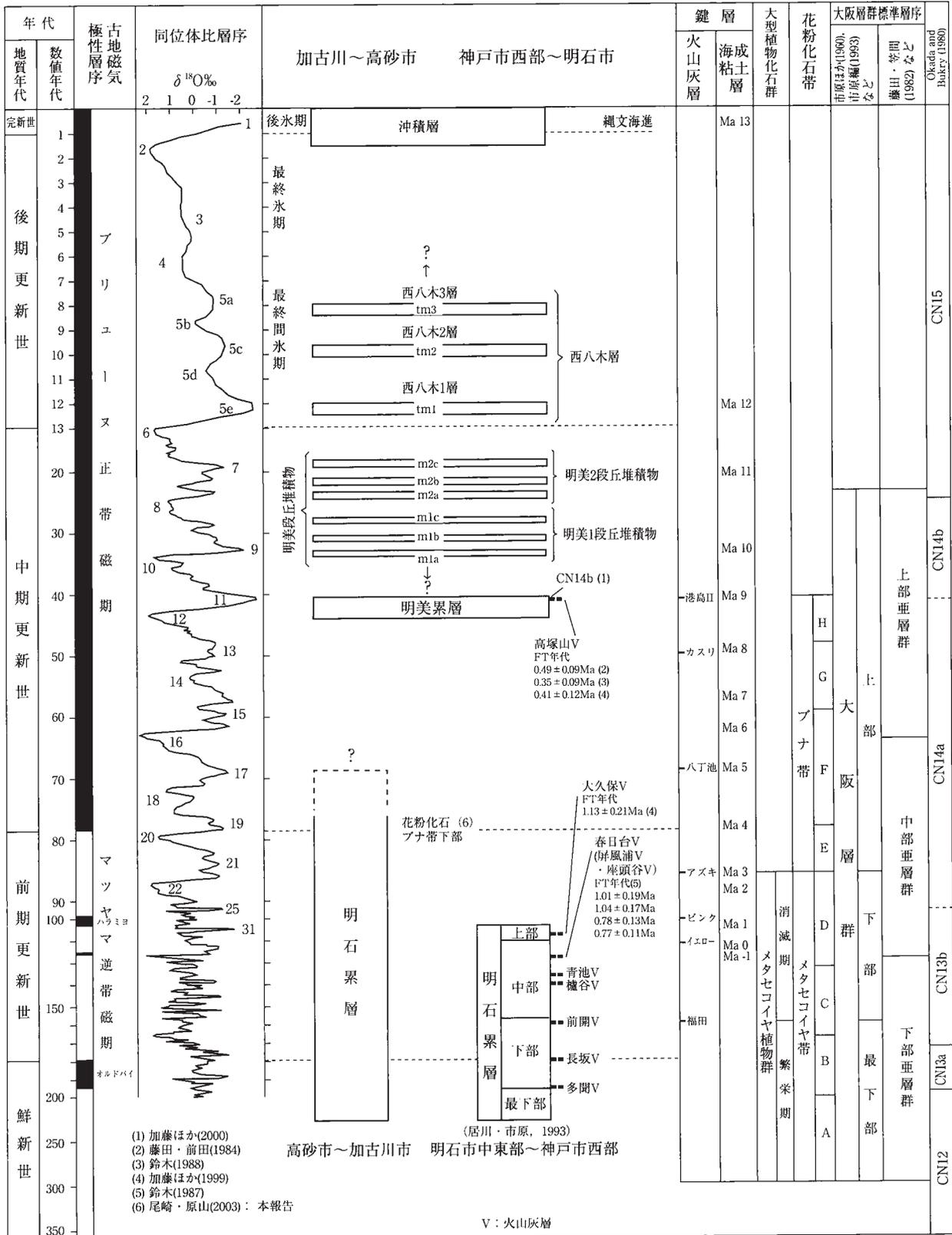
定義・層序関係 神戸市西部から加古川市、及びその周辺に分布する鮮新-更新統で、神戸層群を不整合で覆い、平均して西方向へ30-40°程度傾斜する明美累層に、軽微な傾斜不整合で覆われる。

対比・堆積年代 神戸市西部から明石市に分布する明石累層は、大阪層群の最下部と下部に位置づけられる（居川・市原，1993）。一方、加古川市に分布する明石累層は、本報告で得られた後述の花粉分析の結果からは、大阪層群の上部の下部に位置づけられる（第7.2図）。全体として、明石累層の下限は200万年頃、上限は90～60万年の間と推定される。

分布及び層厚 播磨平野東部（加古川市から神戸市西端部）から加古川中流域（三木市、小野市、加東郡、加西市）及び三田盆地に分布する。層厚は、三田盆地南東部で層厚は10～90m、神戸市西部で200～300m程度、後述のように反射法弾性波探査（明石市編，1998）から判断すると加古川市南部や明石市西部では400mに達すると推定される。なお、大阪層群基底部の標高分布（第7.4図）からは、本図幅地域南東部や北東部から中部にかけて、高さ50～200mの基盤の起伏が多く認め

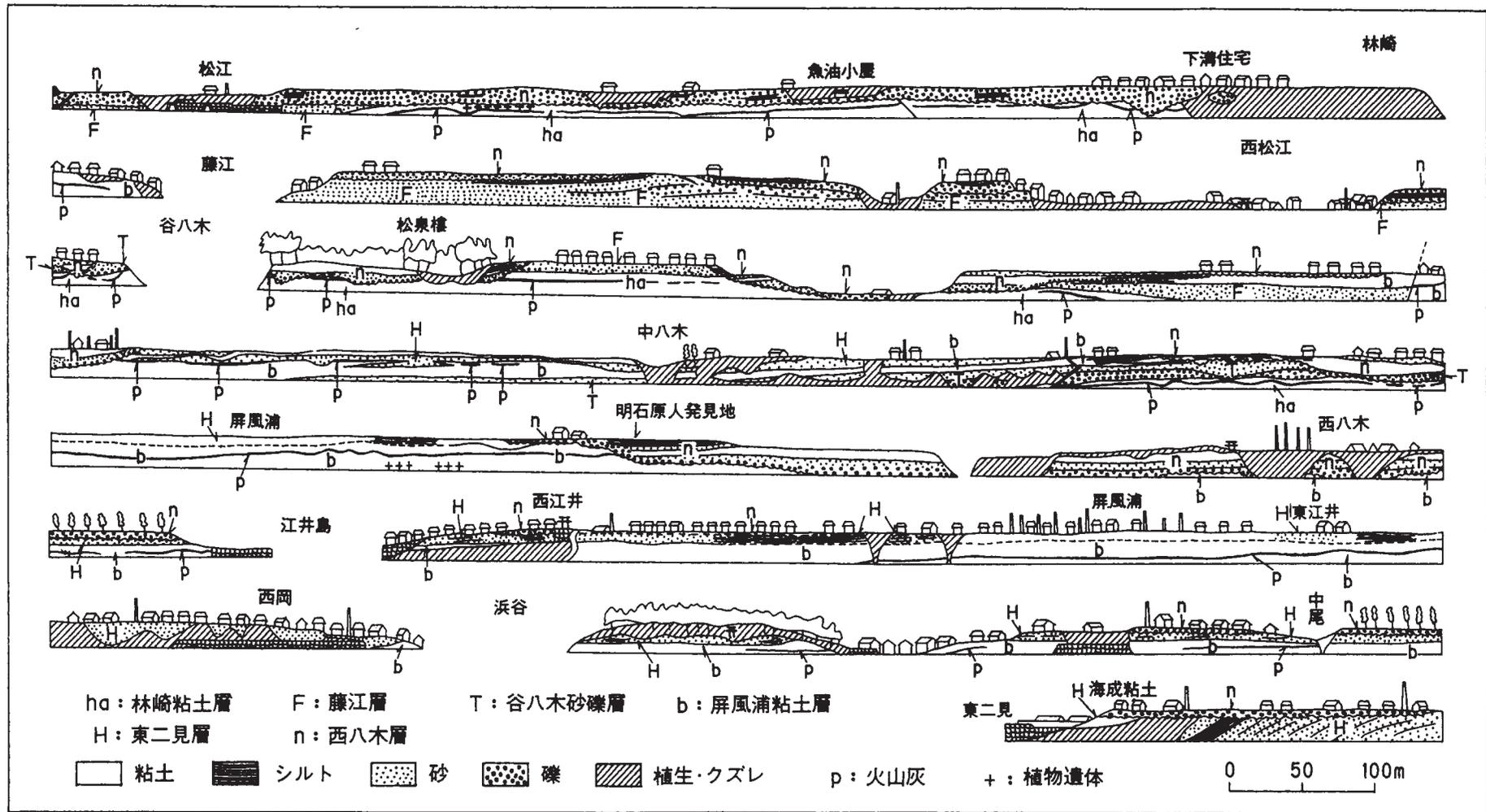


第7.1図 大阪層群及び段丘堆積物の分布
 断面線は第7.5図参照



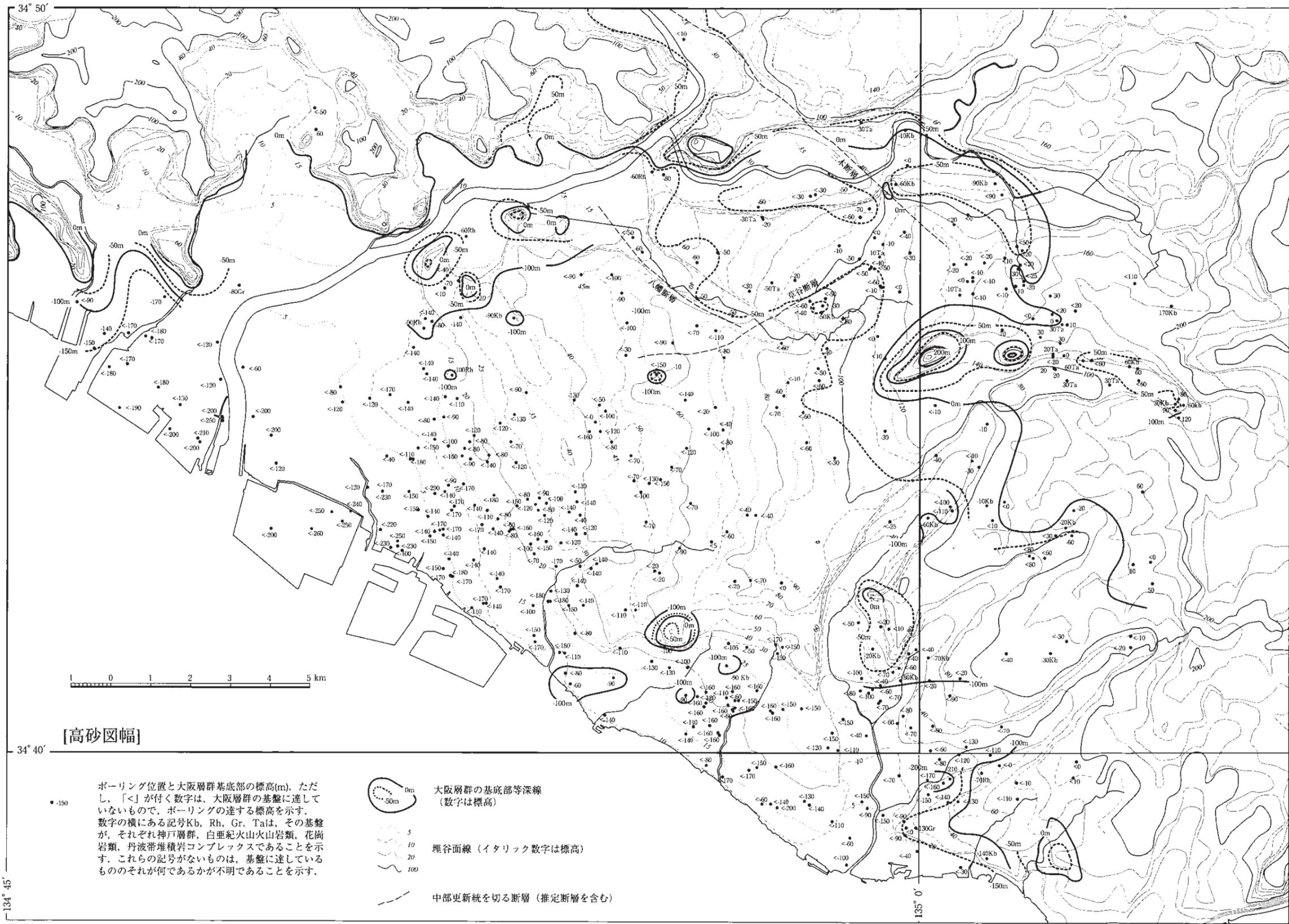
第7.2図 高砂図幅地域の鮮新-完新統の層序

年代、古地磁気磁性層序及び酸素同位体比層序は町田(2001)の図2.2に基づき作成。なお、明美1・2段丘堆積物及び西八木層の層位学的位置は総合的な判断に基づいて行っているが、これらに直接年代を示すデータはなく、現状では同位体比層序と詳細に対比することはできない。



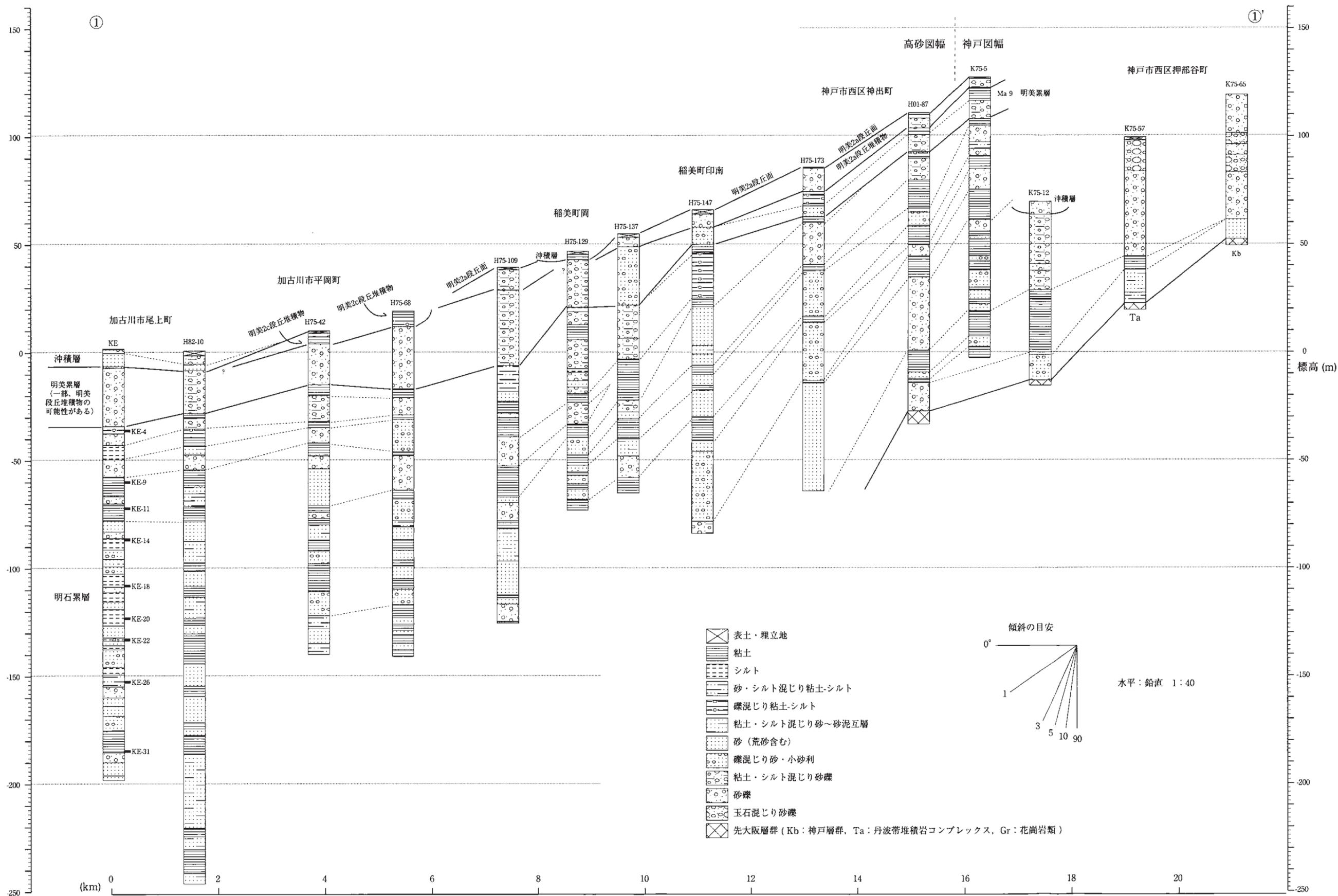
第7.3図 明石累層模式地（明石海岸）のスケッチ

市原ほか（1960）による。西八木層は本報告での西八木1層に一致。最下段の東二見から、下位より4段目明石原人発見地付近までが本図幅地域内。



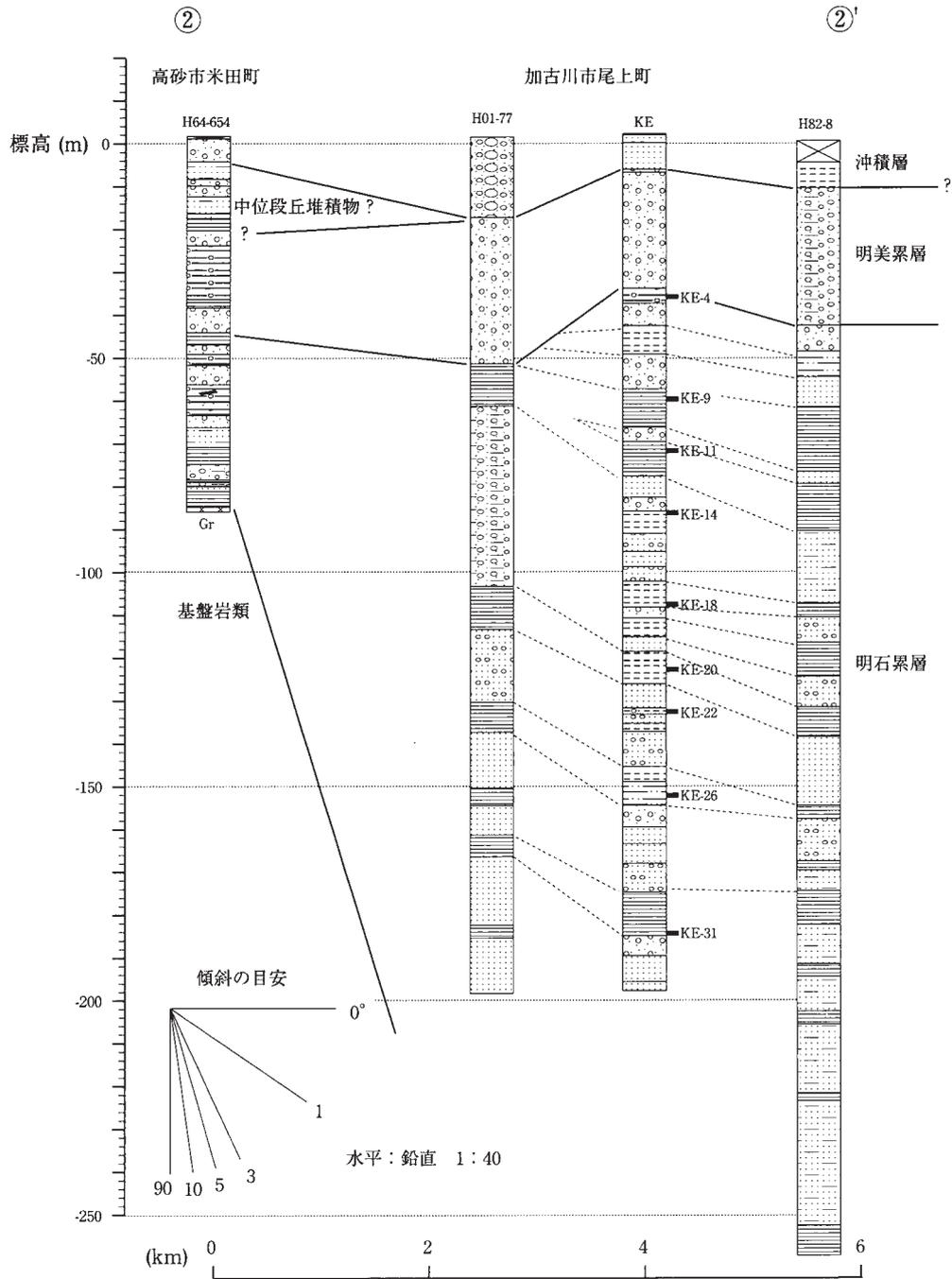
第7.4図 高砂図幅地域における大阪層群基底面の標高分布

探井戸ボーリング資料台帳 (経済企画庁総合開発国土調査課, 1964; 国土庁土地局国土調査課, 1975・1982; 国土交通省土地水源局国土調査課, 2001) の一部を引用して作成。ボーリング記号・数字については付図を参照。地形図は埋谷面図を示し、第1.2図と同じもの。



第7.5図 大阪層群から沖積層のボーリング地質柱状図 (その1)

深井戸ボーリング資料台帳 (経済企画庁総合開発国土調査課, 1964; 国土庁土地局国土調査課, 1975・1982; 国土交通省土地水資源局国土調査課, 2001) の一部を引用して作成。ボーリング番号等は付図の説明を参照。層相の記載等, 記載の精度が統一されていないため, 層相の記載を凡例のようにまとめた。地質柱状図は精度の差があるので, より細かい記載的があるものを中心に選んだ。深井戸ボーリング資料からは, 明美累層と明美段丘堆積物は明瞭に区別できないので, その境界は示していない。また, 柱状図の対比は層相によるもので確実なものではない。



第7.5図 (その2)

られる。

層序区分 本図幅地域内では、全体を明瞭に部層区分できるだけの資料を得られなかったため、一括して明石累層として地質図を示している。なお、居川・市原(1993)では3つの火山灰層によって、明石累層を下位より最下部層・下部層・中部層・上部層に区分している。しかし、ボーリング資料から見ると、それらは明石累層全体の下部(層厚約200m)に相当するにすぎない。

本図幅地域の明石累層を含む加古川市から三木市以北の本部層は、南の明石地域の明石累層とは異なり極端に礫層が卓越することから、市原・小黒(1958)では三木礫層と呼び南部の明石累層の下部に位置づけている。また居川・市原(1993)では三木礫層を明石地域の明石累層の上部に対比している。しかし、後述のようにボーリング資料(第7.5図の③、④など)を見る限り、これらの礫層は縁辺部の層相を示していると考えられ、下部にのみ相当するかは疑問である。一方、藤田・笠間(1983)と藤田・前田(1984)は、大阪層群を下部亜層群(O₁)と中部亜層群(O₂)とに区分したが、今回の調査やボーリング資料からは、下部亜層群と中部亜層群の境界は明瞭とは言えない。

層相 明石累層は、全体として砂礫層、砂層、シルト-粘土層へと上方に細粒化する堆積サイクル複数の累重からなり、主にシルト-粘土層中に火山灰の薄層を挟む。ボーリング資料では砂礫層とシルト-粘土層の互層と表現されることが多い(第7.5、7.7図)が、露頭観察では下位より砂礫層、砂層、シルト-粘土層の順序で累重することが多い。

ボーリング資料から明石累層全体の層相変化を見ると、いなみの台地北部-東部及びその周辺(三木市から小野市、神戸市西区の北西部)では礫層が卓越する(第7.5図の①-①', ③-③', ④-④'断面)が、これらの地域から現在の加古川市南部付近へ至る地域では礫層が減り粘土-シルト層、砂層を多く挟む層相に変化する。加古川南部や明石市西部などに分布する大阪層群に関しては、ほとんどのボーリングが基盤に達していないため、これらの地域の明石累層下部の層相は不明である。明石累層の中上部は、縁辺部以外、特に層相の大きな変化は認められない。

礫層は層厚1~10mのものが多いが、いなみの台地北部から東北部及びその周辺では連続して礫層が70~80mにも達する(第7.5図;第7.6図Ta-23)。礫種は、チャート・頁岩・砂岩(丹波層群起源)、火砕岩類(有馬層群や宝殿層などの白亜紀火山岩類)、砂岩・シルト岩・凝灰岩(神戸層群起源)からなる。チャートは個数比約30~60%、火砕岩類約30~40%、丹波帯堆積岩の砂岩などが10~35%と、地域によって大きく変化する。例えば、丹波帯などチャートを含む先白亜系が広く分布する北条図幅地域中央部ではチャートの占める割合

が増加するのに対して、有馬層群に囲まれた三田盆地の明石累層はチャートの占める割合が減る傾向にある(尾崎ほか, 1995)。また、多くの場合、礫径は大礫主体であるが、いなみの台地北部-東北部及びその周辺ではしばしば巨礫を含む。また、縁辺部では礫層は亜円礫-亜角礫主体で、いなみの台地の南西へ向かうほど円礫-円礫主体となる。礫層の基質は一般に砂質であるが、三田盆地などでは最上部では白色から黄灰色を呈する粘土(見かけがチーズ状)が基質となっていることがある。

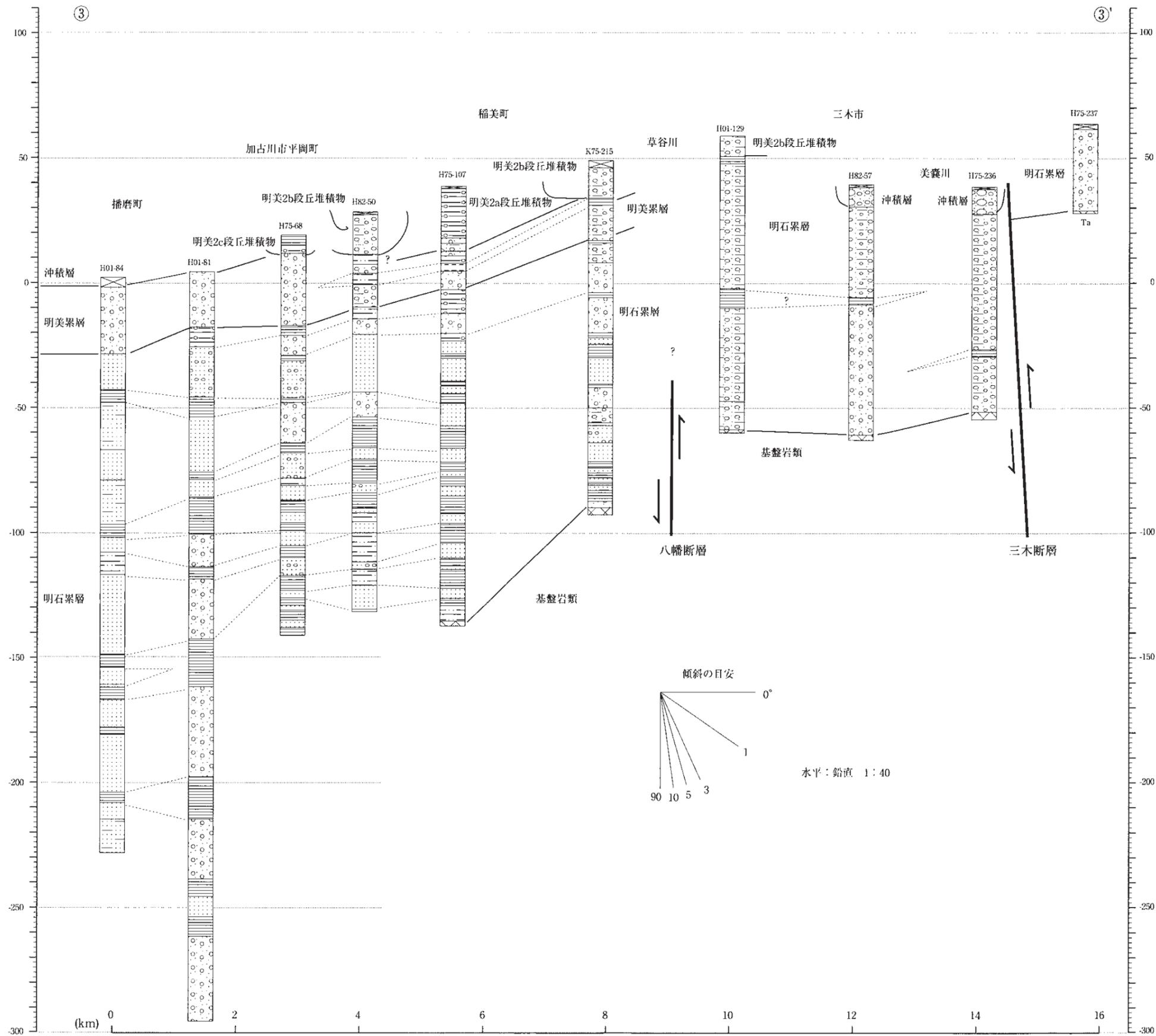
インブリケーションや斜交層理が観察できることもある。北条図幅地域の礫層主体層からは、東側の三田盆地西端部で北西から、加西市南部で北から南への古流向きを示すインブリケーションや斜交層理が観察されている(尾崎ほか, 1995)。

砂層の層厚は1~5mのものも多く、しばしば斜交層理が発達する。上方への細粒化がしばしば認められ、上位に後述の粘土-シルト層を伴うことも多い。細礫・中礫を混じる砂礫層へと側方変化を示すことも多い。生痕化石が産出することがある。

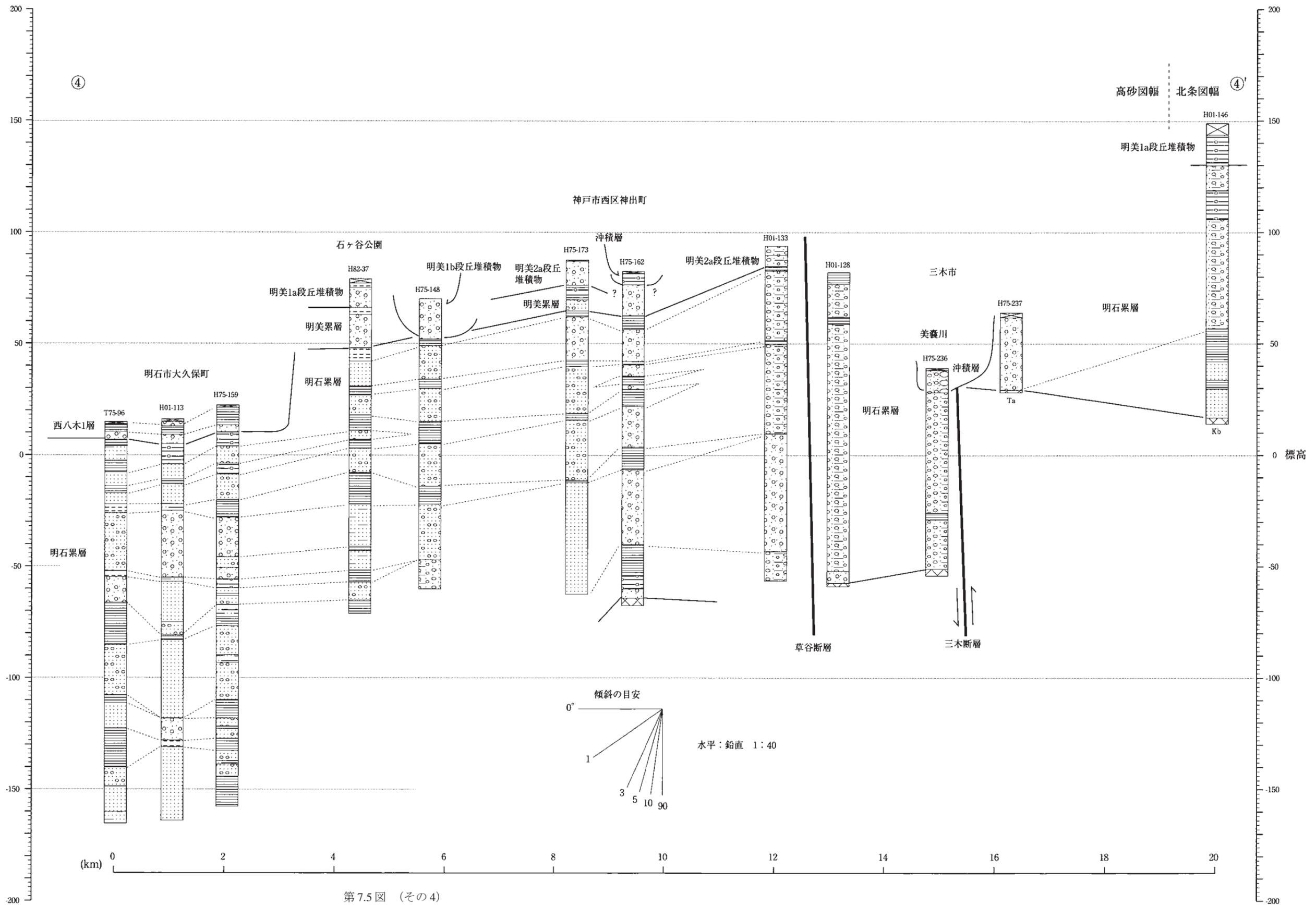
粘土-シルト層の層厚は数10cm~20mと変化に富む。一部海成層と推定される、生痕化石を含むシルト-粘土層が認められる。後述のように、多くの化石が産出する。粘土-シルト層の一例として、加古川市上社町都台北の露頭の地質柱状図を第7.8図に示す。ここでは厚いシルト層で特徴づけられる(第7.8図の①など)。シルト層には、直径0.3~1cmで下位に枝分かれた生痕化石が産する(第7.8図の②)。この火山灰層の直下(Ta-34-a)と直上(Ta-34-c)のシルト層については、後述のように大阪層群のMa3層からMa5層の層準のものに相当する花粉化石を得ている。

火山灰層 明石市及びその周辺に分布する明石累層中には下位から多聞、長坂、前開、櫛谷、青池、春日台、大久保火山灰層が挟まれている(居川・市原, 1993)。このうち、長坂火山灰層は三ツ松火山灰層に、前開は福田火山灰層に、春日台火山灰層はイエロー火山灰層に対比された(居川・市原, 1993;第7.1図)。長坂火山灰層はヤギ火山灰層(藤田・前田, 1984)に、春日台火山灰層は屏風浦火山灰層(鹿間, 1936)及び座頭谷火山灰層(横山ほか, 1980)に一致する(居川・市原, 1993)。そのうち本図幅地域の明石川中下流域や大久保海岸には春日台火山灰層(地質図参照)、神戸市西区平野町の西部には大久保火山灰層が挟在するとされている。ただし、その露頭は現在観察することはできない。

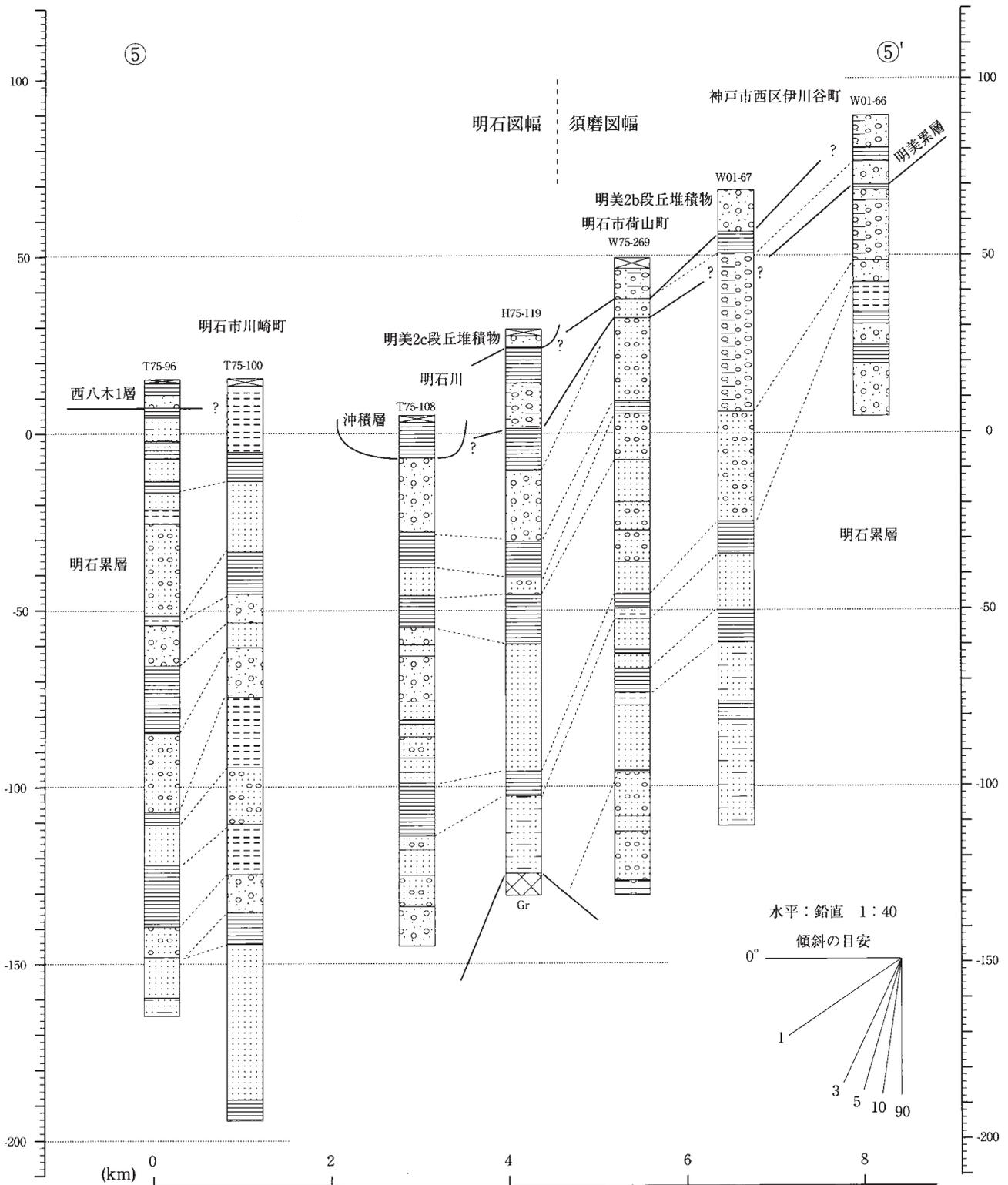
明石市及び周辺以外では、加古川市上社町都台北の明石累層の露頭には火山灰層が挟まれる(第7.8図; Ta-34-b)。この火山灰層の砂粒組成・重鉱物組成の同定結果及び重鉱物屈折率の測定結果を第1表に示す。本層はシルトサイズで淘汰が極めてよい白色火山灰層である。層厚は約70cm。下部にはコンボリュート葉理が、



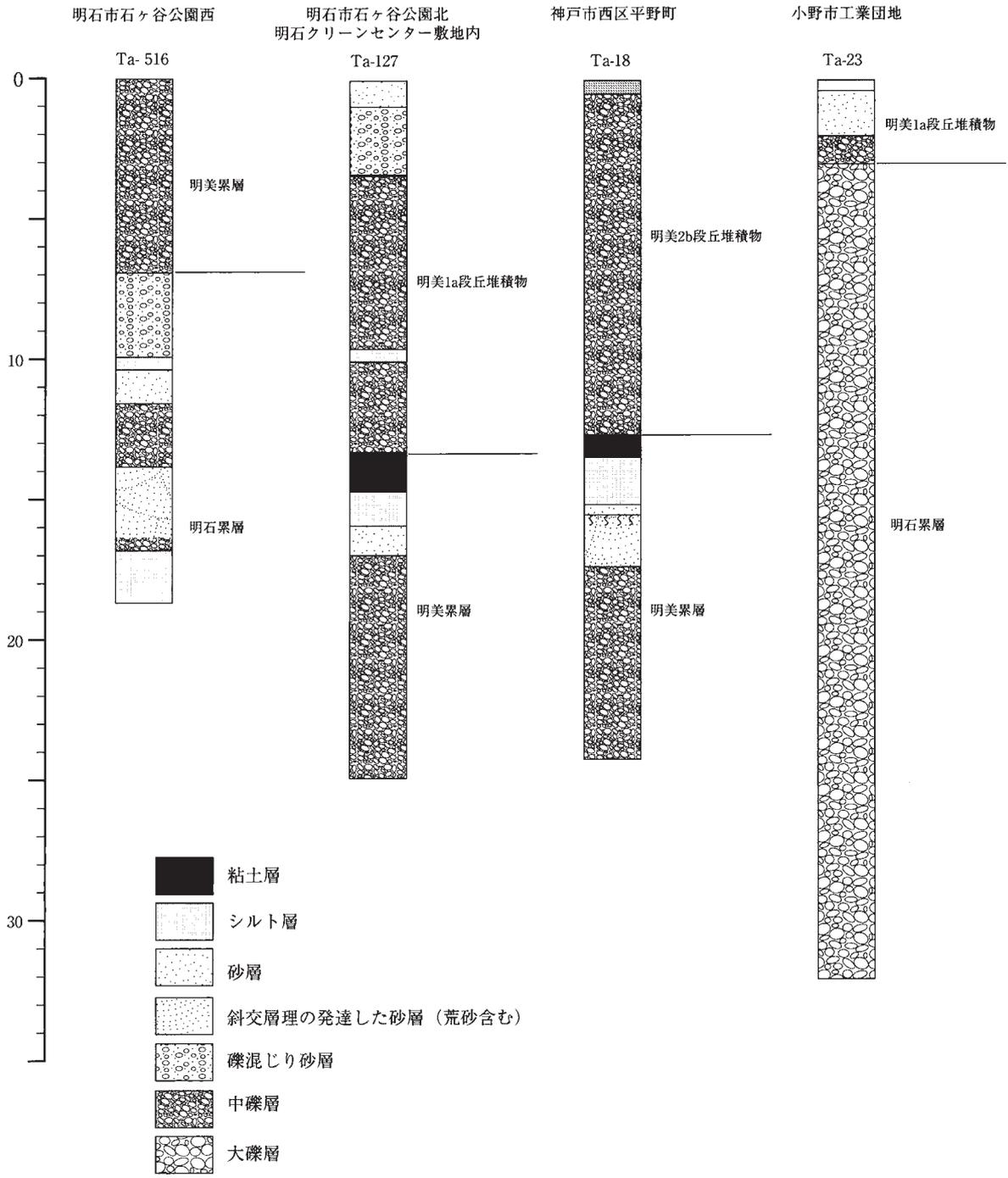
第7.5図 (その3)



第7.5図 (その4)

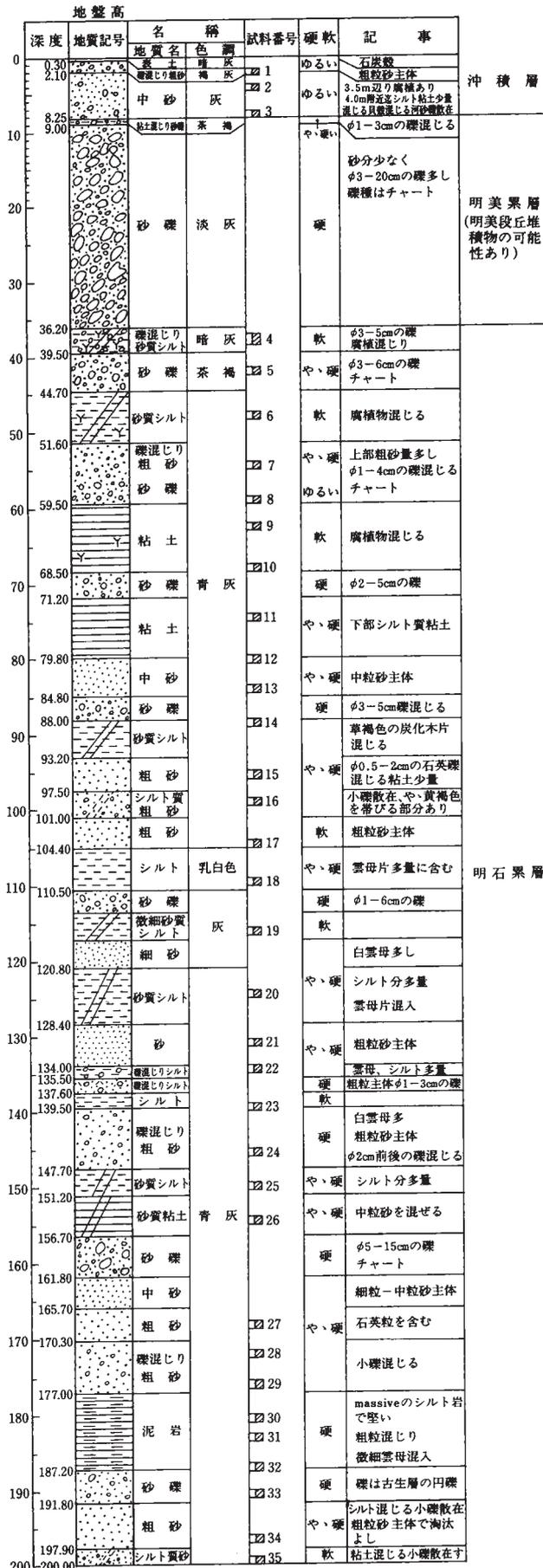


第7.5図 (その5)



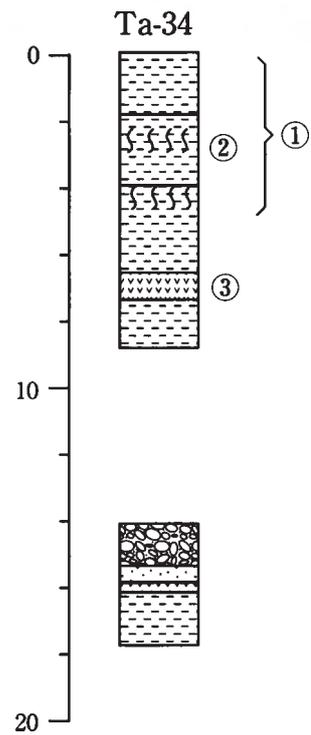
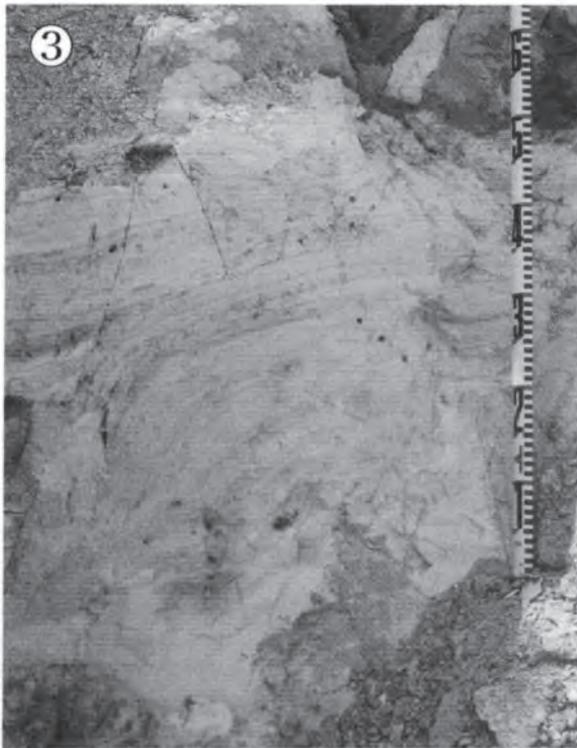
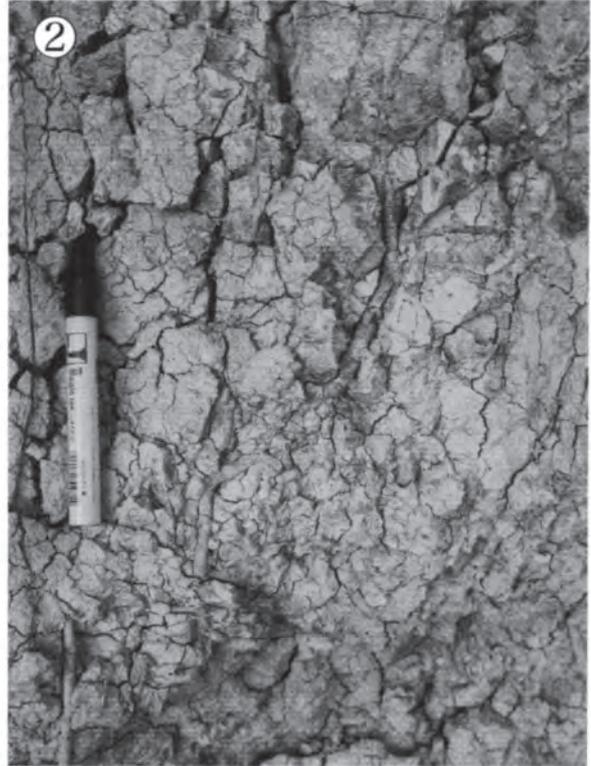
第7.6図 明石累層の露頭地質柱状図
露頭地点は付図d, eを参照

加古川池田地点 (KE)



第7.7図 加古川市池田のボーリング柱状図

加古川市尾上町池田 (KE) において、1963年地質調査所によって実施された200mボーリングの柱状図 (地質調査所、1964) を示す。明石から東二見における当時の大阪層群及び段丘堆積物の記載 (市原ほか、1960) などから、下位より0 (177m以深)、I (147.5~177m)、II (105~147.5m)、III (59.5~105m)、IV (36~59.5m)、V (深度0~36m) に区分され、0からIIIを大阪層群 (IIIを東二見層、IIを屏風ヶ浦層・藤江層・林崎粘土層、Iを舞子介層、0を高塚山介層に対比)、IVを西八木層、Vの下部を明美礫層、上部を沖積層に対比されていた。しかし、今回実施した花粉分析 (第7.8図) などから、深度8.25mまでが沖積層 (主に海浜堆積物)、深度8.25~36.2mは主に明美累層、深度36.2~59.5mは海成粘土層 Ma3 より上位の明石累層、59.5m以深は概ね Ma3 より下位の明石累層に対比できることが明らかとなった。なお、177m以深は神戸層群に対比される可能性もある。



第7.8図 明石累層上部の層相

柱状図作成及び撮影地点：加古川市上壮町都台北（Ta-34）.

- ① 上部の粘土-シルト層
- ② 青灰色のシルト層には枝分かれ状の生痕化石が産する.
- ③ 本露頭の中位に約70cmの白色の火山灰層が挟まれる. 火山灰層の下部はコンボリュート葉理が, 上部は平行葉理が発達する. この火山灰層の分析結果は第7.1表に示す.

第7.1表 明石累層の火山灰 (Ta-34-b) の分析結果

試料番号	粒子組成						屈折率				重鉱物組成														
	石英	長石	軽石	スコリア	岩片	風化粒子	重鉱物	平均値	最小値	最大値	合計	斜方輝石	単斜輝石	石普通角閃		物不透明鉱		ジルコン	緑簾石	風化粒子	合計				
														Vgなし	Vg付き	Vgなし	Vg付き					Vgなし	Vg付き	Vgなし	Vg付き
Ta-34-b		24				74	2	100	角閃石	1.674	1.672	1.678	11	14		1		24		87		4	13	57	200

分析：パリノ・サーヴェイ株式会社

上部には平行葉理が発達する (第7.8図の③)。砂粒組成は、火山ガラスの風化物と推定される風化粒子を主体とし、長石類及び重鉱物をわずかに伴っている。重鉱物は、角閃石がやや多く含まれ、その他、斜方輝石、単斜輝石、緑簾石及びジルコンを伴う。角閃石は緑色から緑褐色で、屈折率は1.672～1.678を示し、平均1.674である。重鉱物は全般に火山灰起源と考えられる新鮮で自形性の強いものはなく、角閃石の屈折率ヒストグラムの値も収束していないことから、再堆積したものである可能性が高い。

なお、礫層主体の明石累層が分布する高砂図幅北東部の明石累層からは火山灰層は確認できなかった。

フィッション・トラック年代 (以下、FT年代と略記) 上述のヤギ火山灰層からは1.9 ± 0.4Ma (藤田・前田, 1984), 屏風ヶ浦火山灰層 (鹿間, 1936) からは異なる手法によって0.77 ± 0.11Ma, 0.78 ± 0.13Ma, 1.01 ± 0.19Ma, 1.04 ± 0.17Ma (鈴木, 1987), 大久保火山灰層からは1.13 ± 0.21Ma (鈴木, 1988) の値が得られている。

古地磁気 明石累層は全体としては松山逆磁極帯に、長坂火山灰層及びその直上の粘土層層準のみがオールドバイ正磁極帯に対比されている (居川・市原, 1993)。

ホ乳類化石 長坂火山灰層の層準及びその上位数10mの層準においてアカシ象 (*Stegodon akashiensis*) の産出が報告されている (小村, 1973; 前田・嘴本, 1983; 藤田・笠間, 1983; 神戸の自然研究グループ, 1988)。

花粉化石 明石累層のうち基底部に近い川西粘土層 (Ma1層相当) からは *Metasequoia* の大型植物遺体が産出する (藤田・前田, 1984)。

今回分析した花粉分析のうち、加古川市尾上町池田のボーリングコア試料 (KE) の KE-9 (深度61.5m) と同14 (深度88m) 試料 (第7.7図) は比較的良く似た花粉化石組成を示す (第7.8図)。全体としては木本花粉ではスギ属とコナラ亜属が優占して産出し、メタセコイア属、ブナ属、トウヒ属、イチイ科～イヌガヤ科～ヒノキ科などを伴う。草本花粉とシダ植物孢子ではイネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属などを産出する。

KE～9とKE～14試料のメタセコイア属の産出により

田井 (1966, 1970), Tai (1973), 那須 (1970) による *Metasequoia Zone* (メタセコイア帯) に対比されるので、両試料は大阪層群下部以深に相当すると考えられる。また、神戸地域の地下地質におけるGS-K2, GS-K3, GS-K4 ボーリングの花粉帯 (関西地盤情報活用協議会地盤研究委員会編, 1998; 徳永ほか, 2001) と比較するとメタセコイア属帯に対比される。更に、スギ属とコナラ亜属の多産によりスギ属-コナラ亜属帯に対比されると考えられる。この対比によりKE-9とKE-14両試料はMa3層よりも下位でMa0層からMa2層の大阪層群下部に当たると考えられる。

一方、加古川市尾上町池田のボーリングコア KE-4 (深度37.6m; 第7.7図) と同市上荘町都台北の Ta-34 露頭試料 (Ta-34-C と Ta-34-a 試料; 第7.8図) から得られた花粉化石組成は上記のものとは大きくことなる (第7.9図)。これらの花粉化石組成は木本花粉ではコナラ亜属、ブナ属、マツ属が多産し、ハンノキ属、クマシデ属-アサダ属、ハリゲヤキ属、ニレ属-ケヤキ属などを伴う。草本花粉とシダ植物孢子では、イネ科、カヤツリグサ科、ヨモギ属などを主に産出する。この花粉化石組成は Maeda (1976), 古谷 (1978, 1979), Furutani (1989) などによる完新世、最終氷期最盛期、最終間氷期 (Ma12層) などの花粉化石組成と異なる。また、メタセコイア属を欠くことからメタセコイア帯には対比されず、メタセコイア属消滅後に相当すると考えられる。また、両試料の花粉化石組成は田井 (1966, 1970), Tai (1973) による Ma3層から Ma10層, 那須 (1970) による Ma3層から Ma6層を特徴付ける *Fagus Zone* (ブナ帯) に対比される。そして、神戸地域の地下地質におけるGS-K2, GS-K3, GS-K4 ボーリングの花粉帯 (関西地盤情報活用協議会地盤研究委員会編, 1998; 徳永ほか, 2001) と比較すると大阪層群の Ma3層から Ma5層に至るブナ属-コナラ亜属-コウヤマキ属-イチイ科帯のコナラ亜属帯に対比される。

地質構造 全体として、西へ数度以下で傾斜する。走向傾斜は露頭レベルでは水平に近い。

既存ボーリング資料から見ると、全体として傾斜は西

へ概ね1.5°以下、平均約1°程度を示すと考えられる。
三木断層、草谷断層などに切られている。

7. 3 明美累層 (O m)

地層名 明美累層は、藤田・笠間 (1983)

模式地 神戸市垂水区高塚山から垂水に至る地区 (藤田・笠間, 1983)。ただし、都市開発が終了し、現在露頭はほとんどない。

定義・層序関係 藤田・笠間 (1983) が、明美丘陵 (西神地区)、すなわちいなみの台地及びその東方の丘陵地に分布する段丘面を有する大阪層群について命名したもので、明石累層を不整合で覆う。

対比・堆積年代 後述の火山灰やそのFT年代と化石から、明美累層は大阪層群上部の上部に対比され、堆積年代はほぼ40万年前と推定される。

分布 本図幅地域では神戸市西区や明石市の丘陵地からいなみの台地南部へ至る地域に分布する。

層厚 層厚は伊川上流周辺で約50m (嘴本・前田, 1989; 居川・市原, 1993)、いなみの台地では10~50mと推定される (第7.5図)。加古川池田の基準ボーリングでは深度36mから8.25mまでの層厚約28mが明美累層に相当すると推定される。

層序区分 嘴本・前田 (1989) は、下位より朝霧部層、高塚山部層、岩岡部層と区分している。これら3部層は上下関係とされているが、本報告では嘴本・前田 (1989) の岩岡部層の一部、朝霧部層及び高塚山部層は同時異相の関係にあると推定し、部層として区分しなかった。

層相 本図幅地域の明美累層は、主に礫層からなり、明石市東部及びその周辺、本図幅地域南東部 (伊川谷町の伊川上流付近やいなみの台地南部) では、明美累層下部から中部に後述のように粘土層が挟まれる。例えば、第7.5図の①-①'断面で見ると、東部のH75-173, H01-87, H75-5では中位に粘土層を挟むが、H75-173の以西では礫層のみからなる。

礫層は大礫-中礫主体で巨礫を混じる礫支持の円礫層

で、基質は砂からなる。礫種はチャートが面積比80~90%を占め、ほかに流紋岩凝灰岩及び火山礫凝灰岩を主体とする白亜紀の火砕岩、神戸層群由来と考えられる砂岩、シルト岩などを含む。礫層には層厚数m以下の淘汰のよい砂層をしばしば挟む。最上部は細粒化し、中礫層や砂層が主体となり、赤色化が著しい。

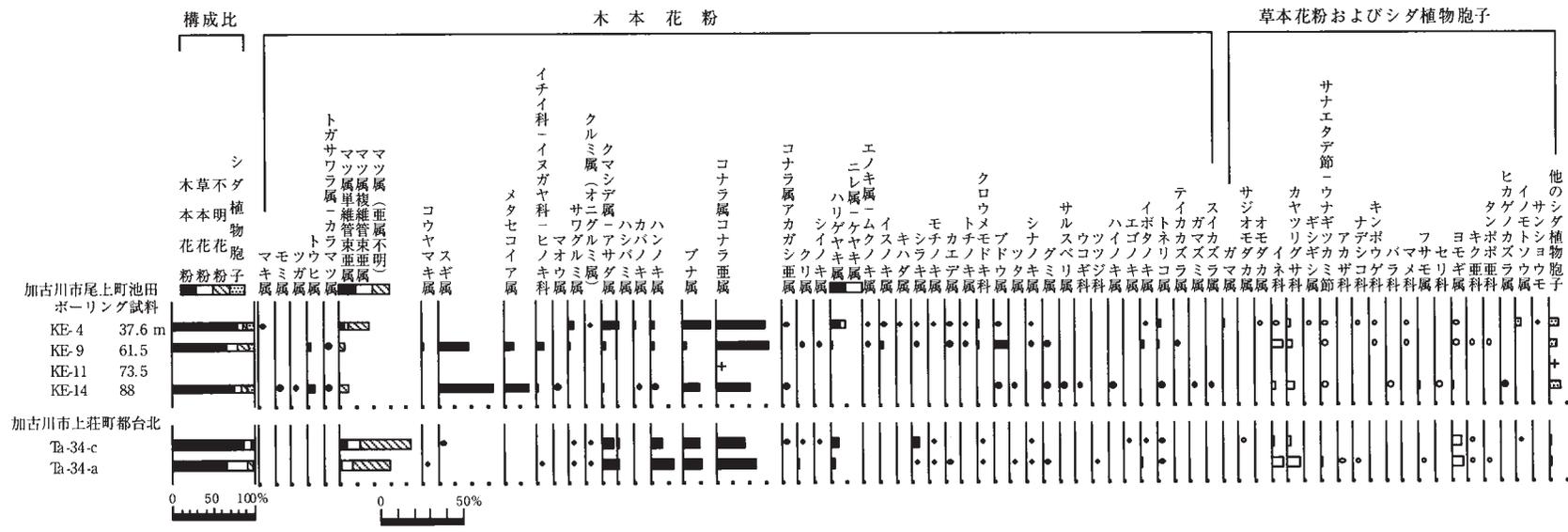
明石累層中の粘土層は市原ほか (1960) の高塚山粘土層、いなみの台地では赤坂粘土層 (市原・小黒, 1958) と呼ばれる。層厚は1~7mのものが多く、後述のように海棲化石が多産する。

火山灰層 明石周辺の本累層の高塚山海成粘土層には、ハシモト火山灰層 (藤田・前田, 1984) あるいは高塚山火山灰層 (居川・市原, 1993) と呼ばれる火山灰層が挟まれる。居川・市原 (1993) によると、この高塚山火山灰層は層厚5~10cm、灰色-淡桃色細粒から中粒火山灰で、神戸市西区若葉学園南に模式的に産出する。結晶として斜長石・角閃石が主体で、斜方輝石、黒雲母、単斜輝石、不透明鉱物を少量含む。ガラスは多孔質型が多く、屈折率は $n = 1.506-1.508$ である。

フィッシュン・トラック年代 FT年代は、高塚山火山灰層から $0.35 \pm 0.09\text{Ma}$ (鈴木, 1988) 及び $0.49 \pm 0.09\text{Ma}$ (藤田・前田, 1984) が得られている (第7.1図)。

化石 明美累層の高塚山粘土層からは、植物、貝類、サメ、珊瑚、珪藻、有孔虫、貝形虫などの化石が多産する (安藤1965, 藤田・前田, 1984; 嘴本・前田, 1989; 居川・市原, 1993など)。これらの化石相からは、高塚山粘土層堆積当時、温暖であったことが推定されている (嘴本・前田, 1989)。この粘土層は珪藻化石などから、淡水成→内湾海域への堆積環境が推定されている (佐藤ほか, 1997)

地質構造 神戸市西部の露頭では明石累層を大きく削った層序関係が観察される (居川・市原, 1993など) が、明石累層との不整合関係は全体としては極めて軽微なもので、明石累層と明美累層の傾斜の差は、全体としては1°程度の差しかないと推定される。



各分類群 (Taxa) の基数
 木本花粉：木本花粉の総数
 草本花粉およびシダ植物胞子：花粉・胞子の総数
 ・と○は1%未満の産出，+は花粉の産出が非常に少ない試料における産出

第7.9図 明石累層の花分析結果

加古川市池田のボーリング試料は、層相ユニット毎に長さ10cmほどのコアが代表として保存されていたものである。これらのうち、9層準において花粉分析を行ったが、この中で花粉化石を十分に同定計数できた試料はHo-KE-4（深度37.6m）、同9（深度61.5m）、同14（深度88m）試料のみであった。
 分析：パリーノ・サーヴェイ株式会社

第8章 更新統中部 - 上部

(尾崎正紀)

本報告では、明美累層の以降の更新統中部、すなわちいなみの台地の平坦面を構成する地層を後述のように明美段丘堆積物と呼ぶ。最終間氷期以前に形成されたもので、現在の河川系とは無関係な広がりを示す特徴を持つ。

一方、本図幅地域の更新統上部は西八木層からなる。西八木層は最終間氷期（約13～12万-約8万年前）に形成されたものと推定される。小河谷によってかなり開析されているが、広く安定した段丘面を有し、現在の河川系と密接に関係して発達する。

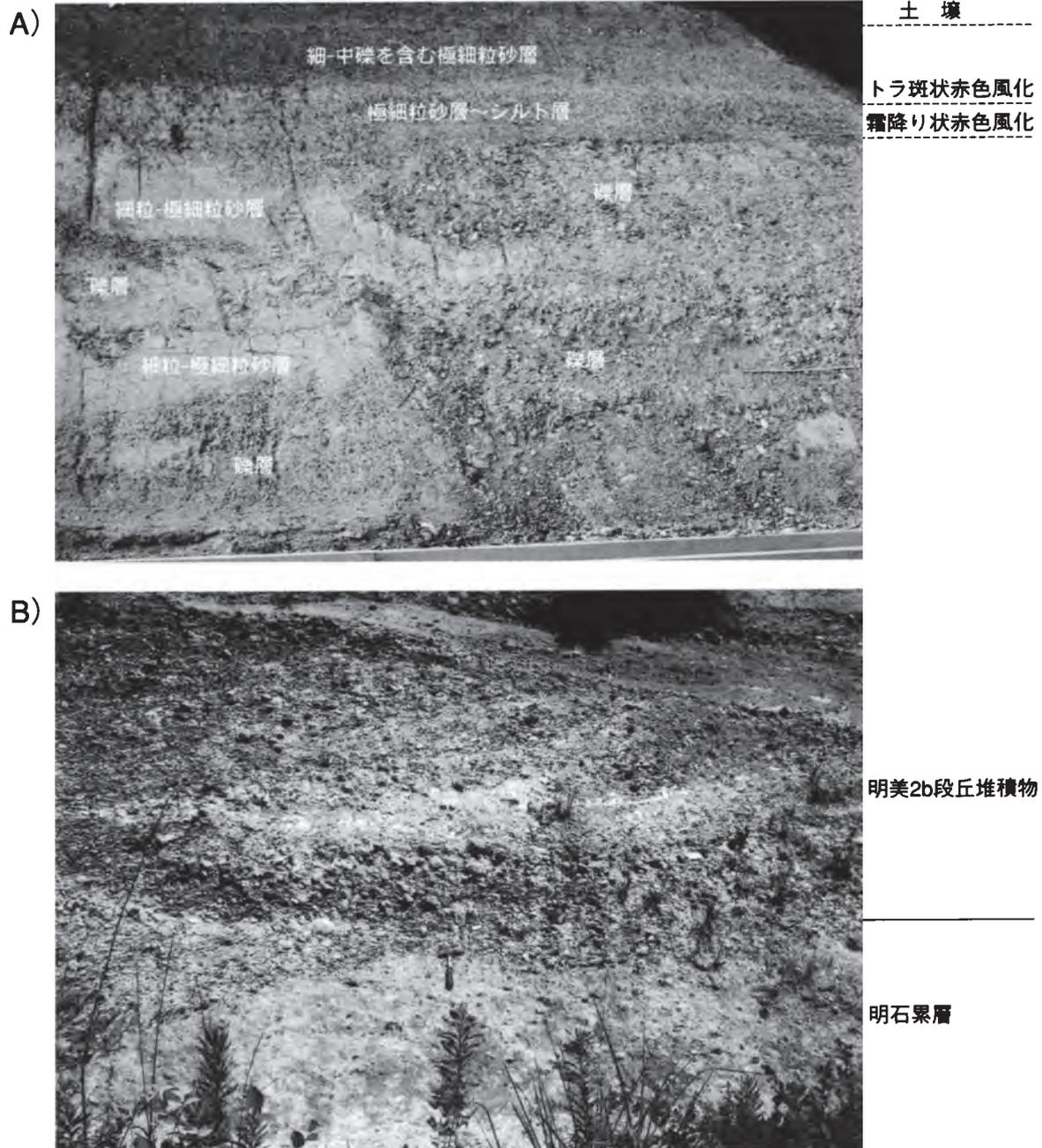
なお、更新統中部-上部が有する段丘面としての特徴は第1章 地形に記述した。

8.1 明美段丘堆積物 (mla, mlb, mlc, m2a, m2b, m2c)

研究史及び概要 いなみの台地に発達する広義の明美面（市原ほか，1960）の構成層に関しては加古川流域と明石川周辺地に分布する段丘堆積物を中心に、市原・小黒（1958）、市原ほか（1960）、河名（1973）、小野間（1985）、藤田・笠間（1983）、八木（1983a, b）、田中（1989a）、田中・野村（1984, 1989）、尾崎・松浦（1988）、尾崎ほか（1995）、八木（2001）など多くの研究が報告されてきた（第7.1図；第1.1, 8.1表）。本報告では、三田図幅、北条図幅、高砂図幅の調査に基づき、広義の明美面とその構成層の位置づけを以下のように解釈した。

第8.1表 高砂図幅及び周辺図幅における段丘堆積物の区分と対比

明石図幅 (明石地域のみ)	須磨図幅	神戸図幅	高砂図幅 (加古川下流域)	北条図幅 (加古川中流域)	三田図幅 (三田盆地)
水野ほか (1990)	藤田・前田 (1984)	藤田・笠間 (1983)	本報告	尾崎ほか (1995)	尾崎・松浦 (1988)
	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層
	低位段丘堆積物	低位段丘堆積物	西八木3層	低位Ⅱ段丘堆積物 低位Ⅰ段丘堆積物	T5 段丘堆積物
西八木堆積物	中位段丘堆積物	中位段丘堆積物	西八木2層 西八木1層	中位Ⅱ段丘堆積物 中位Ⅰ段丘堆積物	T4 段丘堆積物
魚住段丘堆積物	高位段丘堆積物 (明美面)	高位段丘堆積物 (明美面)	明美2c段丘堆積物	高位Ⅳ段丘堆積物 高位Ⅲ段丘堆積物	
			明美2b段丘堆積物	高位Ⅱ段丘堆積物	T3 段丘堆積物
			明美2a段丘堆積物	高位Ⅰ段丘堆積物	T2 段丘堆積物
			明美1c段丘堆積物	明美Ⅱ段丘堆積物	T1 段丘堆積物
			明美1b段丘堆積物	明美Ⅰ-b段丘堆積物	
			明美1a段丘堆積物	明美Ⅰ-a段丘堆積物	三木累層 (明美面)



第8.1図 明美段丘堆積物の層相

- (A) 明美2a段丘堆積物 砂礫層とその上部の層相
(柱状図作成及び撮影地点：三木市市役所南 Ta-17；付図d)
礫には多くのシルトの角礫を含む。礫種はチャート主体で面積比85～90%を占める。霜降り赤色風化は赤色-ピンクかかった灰色と白色かかった明るい灰色のまだら模様。トラ斑赤色風化は、明るい茶色と青みかかった灰色からなる。
- (B) 明美2b段丘堆積物 斜交層理の発達する礫層。
(柱状図作成及び撮影地点：三木市工場公園北 Ta-40；付図d)
ハンマーの先が明石累層と明美2b段丘堆積物との境界。明美2b段丘堆積物の礫種は面積比約75%がチャートからなるのに対して、下位の明石累層のそれは約30%と大きく異なる。また、流紋岩礫は、明美2b段丘堆積物は亜円礫主体であるが、明石累層は亜角礫-亜円礫主体である。

1) 大阪層群を中心に研究を進めてきた研究では明美面は一括されることが多いが、地形的に明瞭にいくつか区分される。本報告では、広義のこれら明美面を、より高位の明美面(明美1a, b, c面)と下位の明美面(明美2a, b, c面)とに区分した(第7.1図;第1.1, 8.1図)。神戸市垂水区や明石地域の明美累層の堆積面とされる段丘面は、その連続性から本報告での低位の明美面(明美2a面)に相当し、本報告の高位の明美面より明らかに低い。したがって、広義の明美面を一括して明美累層の堆積面とする解釈はできない。

2) 本報告の高位の明美面(明美1a, b段丘堆積物)に相当する三田盆地中北部や西部の明美1a, b段丘堆積物(尾崎・松浦, 1988;尾崎ほか, 1995)は下位の明石累層と層相に区別がつかず、最上部の1mのみが赤色土化作用を受け、横縞模様(トラ斑模様)が認められる。横縞模様は、白色部と赤色部の縞模様が層厚数mm-数cmで細かく互層する。この横縞模様部は、漂白されたチャートの中礫及び砂を含む不淘汰な粘土層からなる。このような縁辺部のより高位の明美面直下の層相と比較して、より下位の明美1c段丘堆積物では斜交層理が認められる砂礫層が観察され、礫種から明瞭に下位の明石累層と区分される。

3) 明美1a段丘堆積物や明美2a段丘堆積物は広く現在の丘陵頂部を覆うような分布を示すが、明美1b, 1cと明美2b, 2c段丘堆積物は、それぞれ明美1a段丘堆積物と明美2a段丘堆積物を削り込むように分布範囲も順次狭くなり、かつ北西ないし西へ分布範囲が限定される傾向を持つ。

4) FT年代(加藤ほか, 1999など)及び石灰質ナンノ化石(加藤ほか, 2000)から、明石累層は酸素同位体層序のステージ11, すなわち海成粘土層Ma9に対比される。もっとも広範囲に発達する本報告の明美2a面の分布域と海成粘土層を含む明美累層の分布域の一部が一致するが、明美2a面より高位の段丘面が存在し、かつ明美累層の模式地付近ではこの粘土層の上位にかなり厚い礫層が分布することから、海成粘土層の堆積年代≒段丘面の形成年代とは限らない。

以上のことから、本報告では、明美面を構成する堆積物のうち、本報告での明美1a段丘堆積物は明美累層の離水面の可能性はあるものの、これら地層は明美累層堆積後の段丘堆積物と判断した。

明美1段丘堆積物

1) 明美1a段丘堆積物(mla)

分布 高砂図幅地域では三木市北東部-小野市南部、稲美町国安、神戸市西区岩岡町、明石市大久保町北部に分布する。「北条」から「三田」図幅地域にかけては、三田盆地中北部及び西部に広く分布する。

層厚 三田盆地やその周辺部では1~3mのものが多

いが、いなみの台地南部では15~20mに達する(第7.6図Ta-127など)。

層相 いなみの台地南部の岩岡町から大久保町北部に分布する本層は、主に礫層からなり、上部は細粒化し砂層主体になる(第7.6図Ta-127など)。また、最上部は不淘汰なチャート礫混じりの砂シルトが主体となる。風化は最上位より茶色かかった灰色(層厚10~60cm)、トラ斑模様(茶色と茶色かかった灰色の縞状模様)(層厚40~60cm)、霜降り模様(桃灰色と灰白色のまだら模様)(層厚40~60cm)が認められる。トラ斑と霜降り模様は層相に関係なく認められる。礫層は砂支持から、礫支持の中礫主体の礫層で、礫種はチャート(面積比80~90%)の円礫主体で、流紋岩や堆積岩をわずかに含む。明石累層の礫種がチャート、流紋岩類、堆積岩(神戸層群及び丹波帯堆積岩コンプレックスなど)がほぼ等分で認められるのとは対照的である。

稲美町国安のボーリング資料B87(付図d参照)では、境界が明瞭ではないが、層厚7~8mで、下位よりN値30~60の粘土混じり砂層(9m以上)、粘土層(約1m)、砂礫混じり砂層(約1m)、粘土混じり砂層(約3.5m)、シルト層(約2m)からなり、最上部約8mが砂層ないしシルト-粘土層からなる。

一方、いなみの台地の北部、小野市工業団地(Ta-23)の露頭では、下位より中礫主体の礫層(層厚1~1.2m)、細粒砂層(1.8m)からなり、薄い本堆積物が層厚30m以上の明石累層の大礫主体の礫層に載る(第7.6図)。明美1a段丘堆積物は特にトラ斑及び霜降り状の赤色風化が著しいが、その下限より、更に1m深部の明石累層まで赤褐色化が著しい。

化石・年代 資料なし。

2) 明美1b段丘堆積物(mlb)

分布 三木市南東部から小野市南部、稲美町国安及び神戸市岩岡町に分布する。

層厚 1~20m。いなみの台地の南部(例えば岩岡町で15~20m)で厚く、北部(小野市付近で数m以内)で薄い。

層相 大-中礫主体の礫層からなり、砂層、シルト層を挟む。色調は全体に暗黄色から赤色を呈する。機種は、チャート・流紋岩類・砂岩からなる。チャート礫は砕けたものが多く、明美1a段丘堆積物と同様な赤色化を受け、本段丘堆積物の最上部には霜降り及びトラ斑模様が認められる。

化石・年代 資料なし。

3) 明美1c段丘堆積物(mlc)

分布 本図幅地域内では小野市南部の加古川沿いにのみ分布する。その北側の北条図幅地域の明美II段丘堆積物に一致し、加古川沿いに連続分布する(尾崎ほか, 1995)。

層厚 4~6m。

層相 本図幅地域内では十分な記載はできなかった

が、北条図幅地域の本堆積物は、主に砂礫層からなり、斜交層理も認められる（尾崎ほか、1995）。最上部は赤色土化作用を受け、横しま模様（トラ斑模様）が認められる漂白されたチャートの中礫及び砂を含む不淘汰な粘土層からなることが多い。

化石・年代 資料なし。

明美2段丘堆積物

1) 明美2a段丘堆積物 (m2a)

分布 主にいなみの台地の中部から東部にかけての広い範囲に分布する。

層厚 2～10m。

層相 最上部の礫層主体の地層のみを段丘堆積物として扱くと、明美2a段丘堆積物は大-中礫サイズの礫層主体（N値50前後）であるが、上方へ細粒化して、砂層（N値30-20）、シルト層が載る。色調は全体に暗黄色から赤色を呈し、最上部には赤色風化殻である霜降り及びトラ斑模様が認められる（第8.1図A）。礫種は、チャート（面積比80～90%）が多く、流紋岩類、砂岩を含む。チャート礫は砕けたものが多い。

加古川市日岡山南のボーリング資料B12の記載では、N値50以上の砂礫層の上位に層厚5.65mの本層が載る。下位からN値が10以下の1.5mのシルト混じり細礫層、1.9mの細粒砂層、0.85mのシルト混じり細粒砂層、0.95mの表土からなり、砂層主体の層相を示す。後述の明美2b段丘堆積物と同様、海浜の層相を示すと考えられる。

稲美町一色のボーリング資料（B57；付図b）から見ると本堆積物は1.1mの盛土の下位に1.4mの粘土混じりの砂層、更に下位に15m以上の粘土混じりの砂礫層が記載されている。

化石・年代 報告なし。

2) 明美2b段丘堆積物 (m2b)

分布 主にいなみの台地の北東部、全体的に明美2a段丘堆積物のより北西側に分布する。

段丘面 地形を参照。

層厚 2～10m。

層相 稲美町加古付近では層厚9mの砂礫層（粘土を混じる）、1～2mの粘土層-砂質シルト層（B55、B86；付図b）からなる。

曇川の南東側（稲美町南東縁から加古川市南東縁付近）では、下位より層厚2.5mの砂あるいは礫混じりのシルト層、3.5mの細粒砂層、1.3mの砂質粘土層からなる（B80；付図b）。南西側に分布する西八木層や沖積層と同様な層相変化を示すことから、当時のこの付近に北西-南東方向に海岸線が存在し、海浜砂を主体とする地層が堆積していたことが推定される。

三木市南東部の別所では、斜交層理の発達する砂礫層（層厚5～8m）が主体となり、礫は中礫主体で、礫種は

チャートが面積比75～90%、ほかに流紋岩と堆積岩が含まれる。チャートは中礫サイズの円礫、流紋岩類は亜円礫主体で大礫も含む。別所町の露頭Ta-40ではブライナー型を含む斜交層理が発達する（第8.1図B）。この露頭の高流向は西を指す。

化石・年代 資料なし。

3) 明美2c段丘堆積物 (m2c)

分布 稲美町西部、加古川町、高砂町に分布する。稲美町西部などでは明美2a、2b段丘堆積物の分布域中に細長く分布するが、より西側の加古川町や高砂町では西八木層や沖積層と接して分布する。

段丘面 地形を参照。

層厚 2～12m。

層相 加古川市の野口町-平岡町の明美2c段丘堆積物は、下位より層厚1.5～8mの礫混じり粗粒砂層-砂層（粘土混じり砂礫層及び砂層を挟む）、0.5～3mの砂質シルト層（B27、27、65、67）からなり、上方細粒化が認められる。

一方、高砂市西神吉町（B6）ではN値10前後の2.4mの粘土混じりの砂礫層、4.3mの粘土層、1m以上の粘土混じりの砂層からなるなど、加古川市西部や高砂市の本堆積物は全体に細粒堆積物が卓越する。

印南台地の明美2a、2b段丘堆積物の間で谷をつくるように分布する本堆積物は、深井戸の資料から判断すると、砂礫層主体の堆積物からなると推定される。

化石・年代 資料なし。

8.2 西八木層 (tm1, tm2, tm3)

研究史及び概要 前述のように明石市から加古川市の海岸沿いに幅2～3.5kmの幅の平坦な地形面を有する段丘堆積物は西八木層（鹿間、1936；市原ほか、1960）、段丘面は西八木面（市原ほか、1960）と呼ばれる。本報告ではいなみの台地及び周辺地域に分布する西八木層相当層も含め一括して西八木層と呼ぶ。西八木層は更に段丘面によって細分できることから、下位より西八木1層、西八木2層、西八木3層に区分した。なお、明石市大久保町八木において1985年に実施された明石原人に関する再調査（春成編、1987）は、本報告での西八木1層にあたる地層で行われたものである。また、以下の研究史や議論での西八木層とは、本報告での西八木1層に一致する。

西八木層は本図幅地域で広い分布を示すこともあり、従来、下末吉面に対比されていた（藤田、1976；横山、1980など）。これに対して、八木（1983a、2001）では、西八木層を下末吉面形成後の最終間氷期の高海水準期、酸素同位体ステージ5aに位置づけている。

八木（1983a）は、いなみの台地及び周辺地域の段丘面を高位面より明美I面、明美II面、山手台面、金ヶ崎面、魚住面、西八木面、伊川谷面、舞子面と区分した

(第8.2表). そのうち明美II面と伊川面を構成する地層は海成層を挟むとした. そして, 明美I面直下の赤阪粘土層と明美II面直下の海成粘土層を同じ海成粘土層と対比するとともに, 赤阪粘土層をMa10に対比し, その海成粘土に挟まれる火山灰層の年代(17万年前; 横山ほか, 1980)に基づき, 明美I面を約17万年, 明美II面を明美I面より若い段丘面と推定した. 同様に, 八木(1987b)でも, 明石川左岸の明美I面の背後に発達する丘陵の最上位には大阪層群のM8~M9にあたる海成層が載る(未公表資料)として, それより新しい明美I面を構成する海成粘土層はMa10海成粘土層に対比される可能性が高いとしている. そして, 明美I面及び明美II面を基準として, それより下位にある山手台面は, 明美I面と山手台面の間に海成粘土層がないという理由から, 約12万年頃の下末吉期に対比された(八木, 1983a). この明美面を基準とした段丘面の数とともに, 西八木層中の植物遺体が現在より冷涼な気候を示すこと(Miki, 1937), 西八木面直下に赤色風化殻が認められないこと, 西八木層の木片の¹⁴C年代が36,220y. B.P以前という理由から, 西八木面の下末吉面への対比を否定し, それ以降のステージに位置づけた. なお, 伊川谷面は構成層の¹⁴C年代10,100 y. B.Pから後氷期の近い水準期に発達した地形面, 舞子面は完新世の海成面と推定された(八木, 1983a). その後八木(2001)では, 八木(1983a)の山手台面と金ヶ崎面を一括して山手台面と呼ぶ修正は行われたものの, 同様に山手台面を5e, 魚住面を5c, 西八木面を5aに対比し, 従来どおりの対比が行われた. また, 八木(2001)では, 八木(1983a)の明美IIは2分され, 酸素同位体ステージ6の2つのピークに対比されている.

その後, 明美面の構成層である明美累層の海成粘土層である高塚山火山灰層のフィッシュ・トラック年代 $0.41 \pm 0.12\text{Ma}$ (加藤ほか, 1999)と海成粘土層の石灰質ナノ化石(加藤ほか, 2000)からは, 明石累層の海成粘土層は酸素同位体ステージ11に対比された(加藤ほか, 2000). すなわち, 明美累層中の粘土層はMa10からMa9へ対比され, 八木(1983a)による段丘面の数からの西八木層の位置づけ根拠は否定されることになる. また, 西八木層の大型植物化石(百原ほか, 1987), 木材の樹種(鈴木・能城, 1987), 花粉化石(辻, 1987)の分析結果は, 何れも現在より温暖な気候が推定され, Miki(1937)で推定された現在より冷涼な気候は否定される. 更に, 辻(1987)は西八木層の花粉化石群集を大阪平野下のMa12層のD1亜帯に酷似すると報告している. 加えて, 八木(1983a)の示した理由の一つである西八木面直下に赤色風化殻が認められないことは, 必ずしも下末吉面に対比されないことを意味するものではない.

以上のことから, 本報告では, 明石市の西八木層を5eに位置づけることが妥当であると判断した. すなわ

ち, 本報告での西八木1層, 西八木2層, 西八木3層をそれぞれ酸素同位体ステージの5e, 5c, 5aに位置づけた. ただし, 現状では西八木層の堆積年代を直接求めることはできておらず, その年代論は今後の課題である.

1) 西八木1層

分布 主に明石市東部の海岸沿い, その他に美囊川, 草谷川, 権現川, 法華山谷川, 天川沿いに断片的に分布する(第7.1図). 現在, 地表部では護岸のため明石市大久保町八木の海岸露頭でわずかに観察されるのみである.

段丘面 西八木1面と呼ぶ. その特徴は地形を参照.

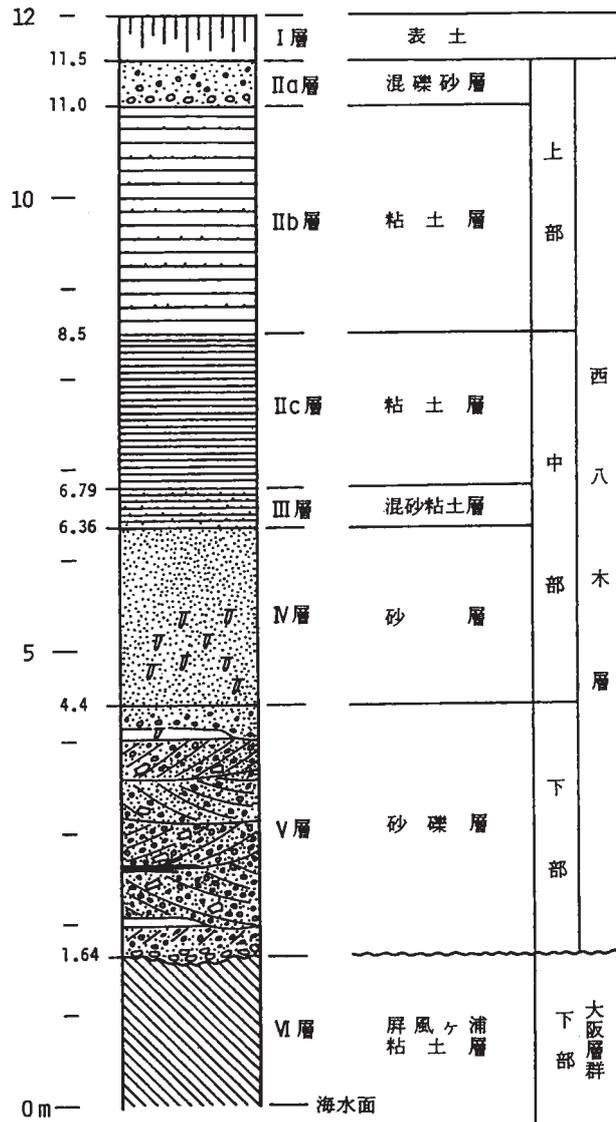
層厚 数m-15m.

層相 明石市の海岸沿い付近の本層は海成粘土層を挟むが, その他の地域の層はすべて河成堆積物と考えられる. 海成粘土層を挟む場合は, 下位より礫層, 砂層, 粘土-シルト層, 砂層, 礫層の層相変化を示す. 海成粘土層を挟まない場合は大礫層を主体として, 上部で砂, シルト層を挟むことが多い. 顕著な赤色風化は受けていない.

第8.1図に, 海成粘土層を挟む典型的な層序として, 明石市大久保町八木における西八木1層の地質柱状図を示す(市原・稲田, 1987). ここで西八木層の層厚は約10mで, 下位よりV, IV, III, IIc, IIb, IIa, I層に区分された(市原・稲田, 1987). V層は層厚約3mで黒色チャートの円磨を多く含む基底礫層(層厚0~0.3m)と斜交層理の発達した砂礫層からなる. 砂礫層は, 粘土-シルト層の薄層, 植物化石を含むレンズ状の粘土層を挟む. 材化石を多く含み, それらの長軸方向は北東-南西方向を向く. 上部は一部海水の影響を伺わせる生痕化石が認められる. 礫はチャート以外に, 白亜紀の火山岩及び花崗岩類, 砂岩を含むほか, 下位の大阪層群由来の火山灰(屏風ヶ浦火山灰層由来)及び粘土-シルトの塊が認められる. IV層は層厚約2mで, 中粒-細粒砂層からなり, 粘土質のラミナが認められる. 下部に生痕化石が多く認められ, 上部は*Cyclina orientalis*(オキシジミ)などの海棲化石を含む. III層は層厚約0.4mで, 砂混じりのシルト質粘土層からなる. *Cyclina orientalis*などを含んでいる. IIc層は層厚約1.7mの海成粘土層, IIb層は層厚約2.5mの細砂のラミナを含む淡水成粘土層, IIa層は層厚約0.5mの礫混じり砂層からなる. I層は黒褐色の土壌からなる.

V層は河成, IVからIIcは海成, IIbとIIaは河成堆積物と考えられ, これら一連の層相変化は1回の海進海退に伴うものとされている. 市原・稲田(1987)の記載や花粉化石(辻, 1987)から判断すると, V層は一部河口近くでの堆積が, また, IV層では潮汐の影響が考えられる.

化石 植物化石: 大型植物化石(百原ほか, 1987)や花粉化石(辻, 1987)が報告されている. 第8.2図の露頭の花粉化石分析によると, サルスベリ属, ハンノキ属,



第8.2図 西八木1層の層相

市原・稲田(1987)による。明石市大久保町八木1985年に実施された明石原人に関する再調査の発掘現場における層相。詳細は本文を参照。

コナラ属コナラ亜属が高率で産し、コナラ属アカガシ亜属が低率でしか産出しないことで特徴づけられる(辻, 1987)。この花粉化石群集、特にV層上部とIV層のものは、Ma12海成粘土層の花粉層序単位D1亜帯(古谷, 1978)に酷似する(辻, 1987)。

哺乳類化石：明石市大久保町西八木海岸の本層基底部の砂礫層からは *Palaeoloxodon naumanni* (ナウマン象) が報告されている(鹿間, 1936; 樽野, 1988)。

年代 上記のV層に含まれる木材片からは6,700年以上という¹⁴C年代が得られているが、単に6,700年より古いとしか分からない。

2) 西八木2層 (tm2)

分布 本図幅地域の海岸沿い播磨町から加古川市南部にかけて広く分布するほか、美囊川、草谷川、明石川沿いに分布する。

段丘面 西八木2面と呼ぶ。地形参照。

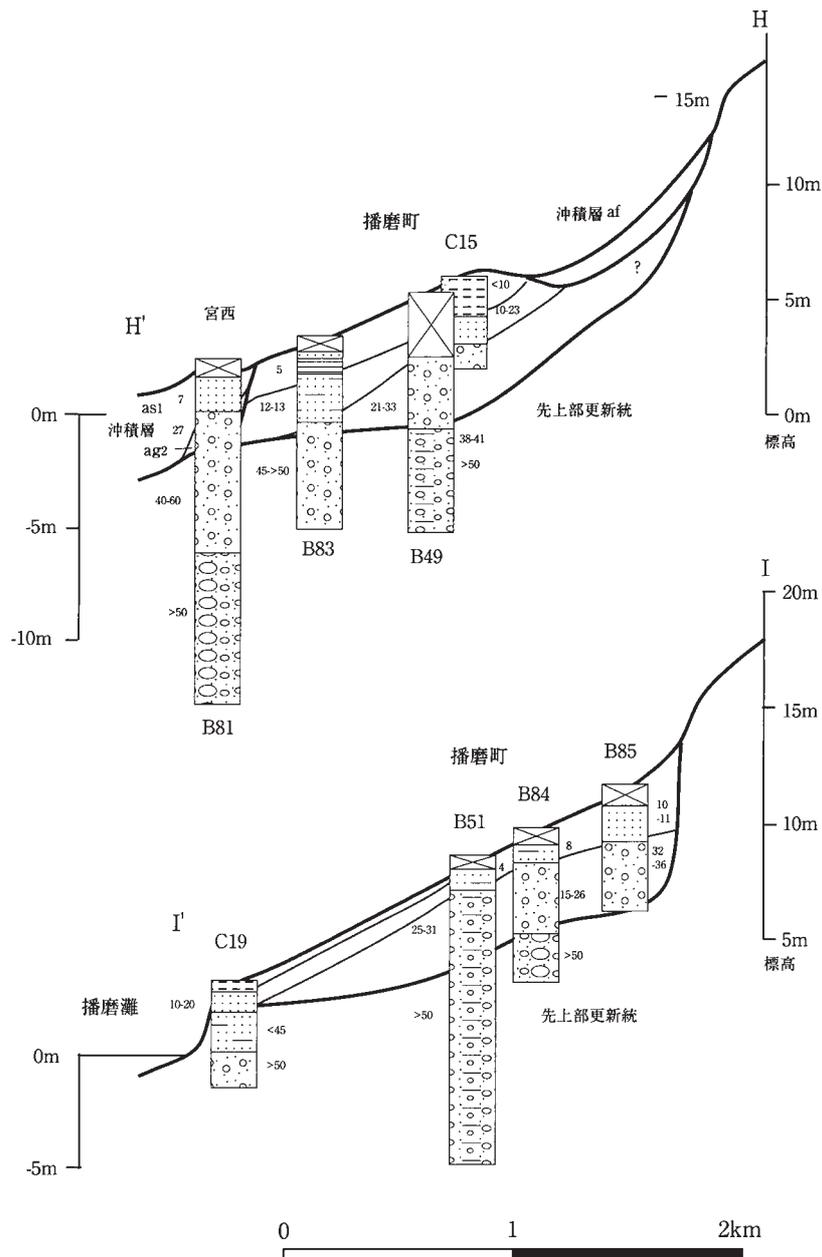
層厚 5～8.5m。

層相 今回の調査では露頭での観察はできなかったが、播磨町のボーリング資料によると、下部は層厚2～5mの基底部に大礫を混じる砂礫層(シルト混じり砂礫層を含む)、上部は1～2m以下シルト質あるいは粘土混じり砂層-砂層、1～4mの砂質シルト層-粘土層となり、全体として上方細粒化層からなる層相変化を示す(第8.2図)。砂礫層はN値20-30、砂層-シルト質砂層は10前後、砂質シルト層-粘土層は5前後である。

化石・年代 報告なし。

3) 西八木3層 (tm3)

分布 加古川市八幡町や神野町、小野市堅山町の加古川左岸沿い、美囊川、草谷川沿いに分布する。沿岸地域では加古川市平岡町にわずかに分布する。



- | | | | |
|--|------------|--|-------------|
| | 表土・埋立地 | | 礫混じり砂・小砂利 |
| | 粘土 | | 粘土・シルト混じり砂礫 |
| | シルト | | 砂礫 |
| | シルト・粘土混じり砂 | | 玉石混じり砂礫 |
| | 砂 | | |

第8.3図 播磨町における西八木2層のボーリング地質柱状図

ボーリング番号の数字の前のBとCは、それぞれ兵庫県建築士会加古川支部記念誌編集委員会(1985)と地質調査所(1964)の資料に基づいて柱状図を作成したことを示す。ボーリング番号及び断面線は付図1-b、及び第9.2図に示す。柱状図横の数字はN値。

段丘面 西八木3面と呼ぶ。地形参照。

層厚 ボーリング資料から3~5mと推定される。

層相 今回の調査では露頭での観察はできなかった。

平岡 (B63) では、基底部に層厚1m以下の礫混じり砂層を伴う層厚3m以下の粘土層からなる。

化石・年代 報告なし。

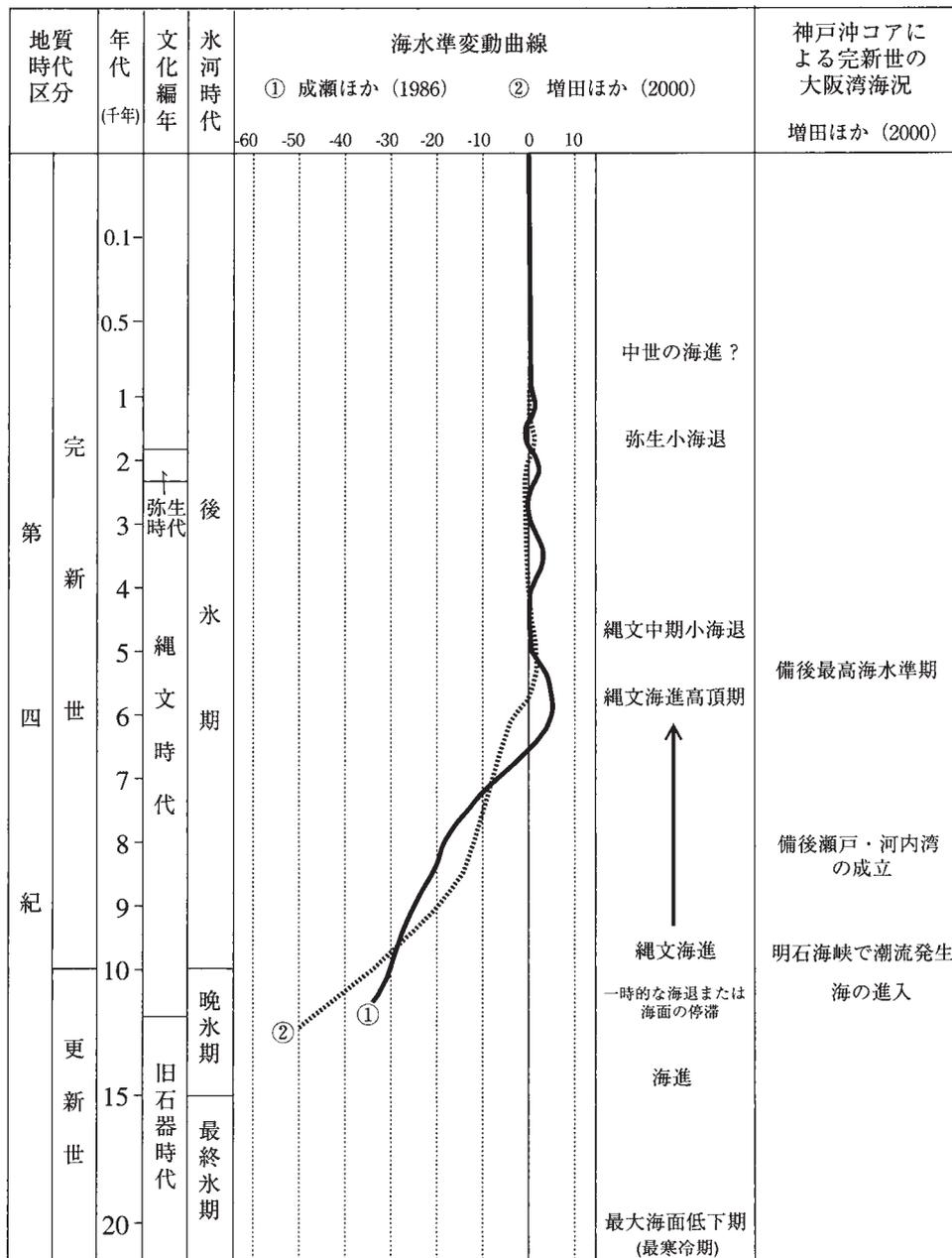
第9章 沖積層

(尾崎正紀)

9.1 概要及び研究史

沖積層とは更新統最上部及び完新統からなる地層で、最終氷期から後氷期へ至る一連の海進に伴う堆積物である。大阪湾及びその周辺地域の平野では層厚 20～30m の沖積層が分布し（三木ほか，1987 など）、難波累層と

も呼ばれる（吉川・三田村，1999）。これら沖積層は、下位より 1) 下部砂層，2) 中部海成シルト-粘土層；梅田粘土層（8,000～3,000年前），3) 上部砂層に区分される。N 値は 15 以下である。このうち沖積層中部の海成粘土層は、大阪湾周辺では第 13 海成粘土層（Ma13 と略称）（藤田，1983；市原 1993 など）、難波累層中部層



第9.1図 高砂図幅及び周辺地域における完新統の海水準変動曲線と堆積環境変化

(古谷, 1978), 梅田層中部粘土層 (Mitamura, *et al.*, 1994) などと呼ばれる。

増田ほか (2000) は, 神戸沖 OB-1 海底コアの海成から, 神戸沖では 11,000 年前には海面高度約 -50m で海進が始まり, 9,700 年前に海面高度約 -30m で明石海峡での潮流が発達し, 播磨灘に浅海が広がっていたと推定している。また, 約 8,000 年前の海面高度は約 -12m で, 大阪湾, 播磨灘などが完全につながり現在の瀬戸内海がほぼ完成された。そして, 5,300 ~ 5,000 年頃最も海面高度が高くなり (現在より 2m +), 1,000 年前に現在の海面高度になったと推定している (第 9.1 図)。

高砂図幅地域の沖積層は, 加古川下流域に広く分布し, 河口には海岸に沿って砂堤列が, その陸側に河川堆積物が分布する。加古川の支流沿いや明石川沿いの沖積層の広がりには狭いものの, 網状河川堆積物, 谷底堆積物, 沖積錐堆積物などとして分布する。

田中 (1989a) は, 加古川市などのボーリング資料に基づき, 加古川下流域周辺の高砂市及び加古川市の沖積層の分布を示し, 加古川を直交する 6 断面と平行な 2 断面を描いている。それによれば, 大阪層群上部亜層群を基盤として, 表層部 5 ~ 10m の沖積層 (加古川沖積層と呼んでいる) が分布し, 両者の間に部分的に層厚 5m 程度の段丘礫層 (正確には氷河期の) (加古川礫層) が挟まれる。また, 加古川下流域の沖積層は砂礫・砂・シルトなどからなり層相変化に富み, N 値は砂礫層で 20 以下, ほかの層相は 10 以下であると示されている。なお, 田中 (1996) には, 加古川市や明石市のボーリングデータが掲載されている。

9.2 表層部沖積層の区分 (c, cl, v, bm, n, be, ac)

地質図では, 表層部の沖積層を地形的特徴などから下記のように区分した。

沖積錐堆積物 (c) 沖積錐堆積物は更新世後期末に形成されたものも含み, 本図幅地域北西部の山麓付近や台地と低地の間の小さな谷の出口の付近に小規模に分布する。小野市樫山町, 美囊川沿いの三木市石野や東這田では, 沖積層ではなく, 沖積錐堆積物が更新世後期の段丘堆積物を覆って分布する。山麓部の崩積堆積物 (山麓堆積物) との境界は漸移的である。

崩積堆積物及び山麓斜面堆積物 (cl) 山地では構成する流紋岩類などの角礫が風化し粘土化した細粒堆積物からなる。層厚は薄く, 5m 以下で, 地質図では主なもののみを描いている。雌岡山 (めづり) の山麓にはチャートの中 - 大礫サイズの角礫を主体とする礫を多く含む山麓斜面堆積物が数 m 以上の層厚で斜面に堆積する。これらは赤色化が著しいものもあり, 中部更新統が含まれる可能性が高いが, 地質図では一括した。

谷底平野堆積物 (v) 谷底平野堆積物は丘陵や山地に

発達する幅 500 ~ 600m 以下の谷に分布する沖積層で, 礫層, 砂層, シルト層からなる。加古川東側の流域に分布する本堆積物の礫層はチャートの円礫を多く含むが, その流域に分布する段丘堆積物, 大阪層群, 神戸層群から再堆積した礫も多く含まれる。一方, 本図幅地域北西部の谷沿いに分布する谷底平野堆積物は粗粒堆積物は少なく, シルト主体の層相を示す。

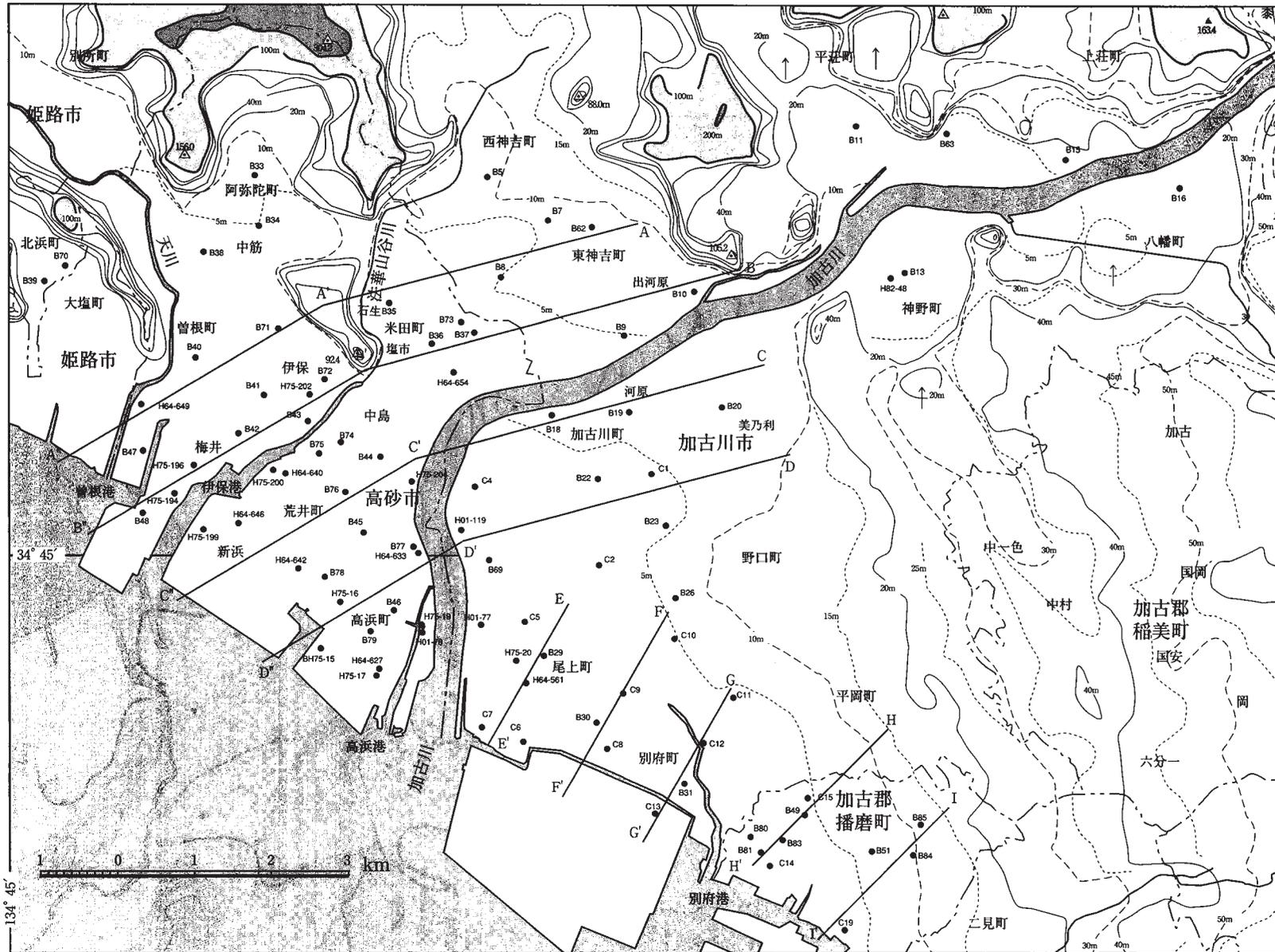
後背湿地堆積物 (bm), 自然堤防堆積物 (n) 及び流路埋積堆積物 (ac) 氾濫原堆積物は後背湿地堆積物, 自然堤防堆積物, 流路埋積堆積物に区分できる。後背湿地堆積物は, 主にシルト・泥・砂層やそれらの薄互層からなる。自然堤防堆積物は砂層を主体として, それらはいしばしば氾濫原の中に微高地として存在する。流路埋積堆積物は主にシルト層など細粒堆積物からなる。自然堤防堆積物や流路埋積堆積物は, 沖積低地に細やかな地形起伏を与えている。現在加古川などの河川の河道は人工的に固定されているが, それ以前は洪水の度に河道が変化していた。その氾濫中に発達していた河道や河道沿いの自然堤防などが, 氾濫原に広がっている。地質図ではこれらは地形的に確認できるものだけを示したにすぎず, 地表下には無数の自然堤防及び流路埋積堆積物が後背湿地堆積物の中に編み目のように織り込まれている。なお, 氾濫原堆積物と谷底平野堆積物は漸移的で, 地質図では境界を示していない。

海浜堆積物 (河口州を含む) (be) 海浜堆積物は, 主に淘汰のよい細粒砂層からなり, 海岸線に平行した砂浜堤として発達する。層厚は数 m 以下のものが多く, いしばしば河口付近の砂礫層に削り込まれている。海浜堆積物は, 姫路市北浜町の JR 線沿い, 高砂市の曾根町・荒井町・高瀬町, 加古川市の尾上町の長田・池田, 別府町などに現在の沿岸に沿った地域に連続的に分布する。これらは縄文海進高頂期以降に発達したと推定され, 時代と共に海側へ堆積域が移動し, 現在の海浜堆積物 (埋立地付近に分布) に至ったと推定される。なお, 地質図では加古川の河口に発達する河口の砂州も本堆積物に含めた。

9.3 沖積層の地下地質 (aml, am2, asl, as2, agl, ag2, af)

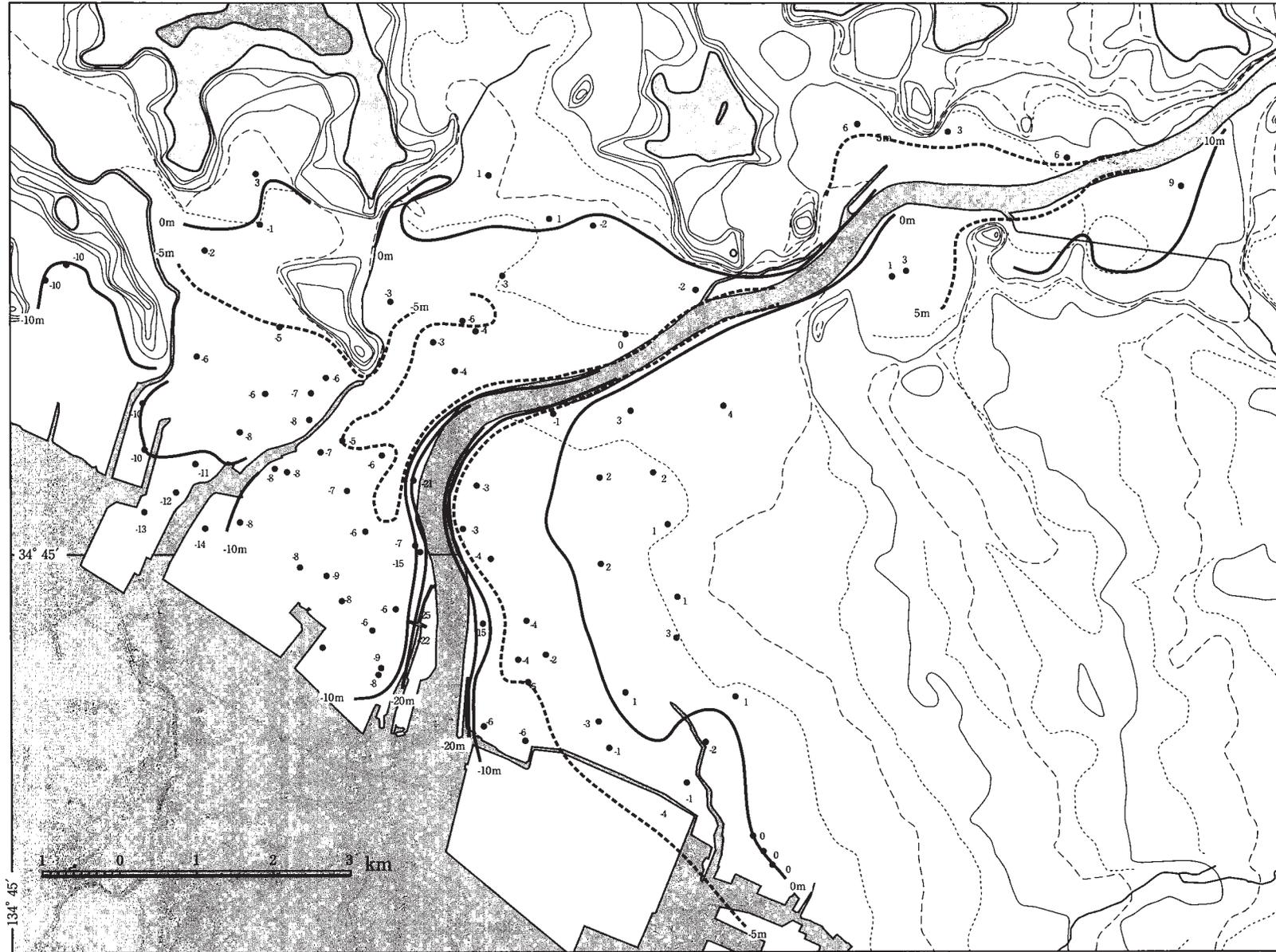
地下の沖積層に関しては, 兵庫県建築士会加古川支部記念誌編集委員会 (1985), 深井戸ボーリング資料台帳 (経済企画庁総合開発国土調査課, 1964; 国土庁土地局国土調査課, 1975・1982; 国土交通省土地水源局国土調査課, 2001) を基づいて分布・層序を推定した。

対比 上述の既存ボーリング資料には年代データが欠けているため, 他地域における既存の沖積層の知見に基づき, 対比を試みた。今後, 正確な解析を行うためには, 堆積年代を把握するための層序ボーリングが必要である。



第9.2図 加古川下流域における沖積層ボーリング資料の位置及び断面図位置

数字の前のB-, C-, H64-, H75-, H82-, H01-は、それぞれ兵庫県建築士会加古川支部記念誌編集委員会(1985), 地質調査所(1964), 経済企画庁総合開発国土調査課(1964), 国土庁土地局国土調査課(1975), 国土庁土地局国土調査課(1982), 国土交通省土地水源局国土調査課(2001)のボーリング資料を意味する。その後の数字は個々の資料での番号を示す。なお、Hは20万分の1地形図「姫路」の頭文字で、その後の数字は出版年を示す。A-A' ~ G-G'の断面線は第9.4図の断面の位置を示す。H-H' ~ I-I'は第8.6図の断面の位置を示す。基図の地形図は埋谷面図で、第1.2図と同じもの。



第9.3図 加古川下流域の沖積層の基底等深線図
数字は各々のボーリング資料で推定される沖積層基底面の標高を示す。

粘土、シルト層など細粒堆積物でN値10以下（ほとんどが5以下）、砂層で20以下（多くが10以下）、砂礫層で20～40程度（一部50を越える）のものを沖積層とした。加古川下流部地下の細粒堆積物の下位に認められる、厚さ5～10m程度のN値30～50（一部50を越える）砂礫層は、その連続性から段丘堆積物に対比したが、一部は沖積層の可能性もある。更に、それより下位のN値50以上の砂礫層（シルト・粘土層が混じることが多い）、N値20～40の砂層、N値10～30の粘土層（しばしば青色と記載）で特徴づけられる堆積物を大阪層群に対比した。なお、例えば地質柱状図で同じ砂礫層とされていても、N値が急激に変化するものに関しては上下に区分できるものとして区分した。

沖積層の層厚 加古川下流域における沖積層関係のボーリング資料の位置を第9.2図に、第9.3図にはボーリング資料から推定される加古川下流域の沖積層の基底面の標高を示す。沖積層の基底面の標高から、沖積層の厚さは、加古川の河床付近を除き現在の陸上部では10m前後で、ほとんど変化しない。沿岸部では層厚15m以上を示し、加古川河口から沖合に厚くなる傾向があるが、加古川河口以東の沿岸の浅海域では、沖積層は層厚数m以下と極めて薄く直下には大阪層群が広く分布する（建設省国土地理院、1997）。一方、加古川支流や明石川流域では、ボーリング資料から数m～10mの沖積層の分布が推定される。

層序区分 以下、ボーリング資料から得られた沖積層の全体の層序と地域的な層相変化の特徴を記す（第9.4図）。

加古川下流域に分布する沖積層のうち、後述のように内湾の堆積環境が推定されるシルト-粘土層は下位よりam1とam2に区分できる。沖積層の砂層は海浜堆積物（波浪影響型の三角州の砂堤列）と解釈され、便宜上am2より下位のものをas1、上位のものをas2と区分した。また、礫層は扇状地性の礫層（ag1）と海浜や河口付近の礫層（ag2）とに区分できる。更に主にシルト-粘土層からなり、砂層・褐炭層を含む後背湿地堆積物を主体とする地層はafとした。

上記と同様な層序は姫路平野でも認められる（成瀬、1998）が、姫路平野側では基底礫層（下部と上部に区分）が認められ、N値50以上の下部基底礫岩層を酸素同位体ステージ4～2に、N値37～50の上部基底礫層を海棲の珪藻が産出することから完新世初期の基底礫層として扱っている。また、上記のam2に相当すると思われる軽微な海進を4,000～5,000年前の縄文後期海進と扱っている。

なお、内湾相と推定されるシルト-粘土層（am1）は現在の高砂市南部付近や明石川の下流域の、沖積層の基底深度線-5m付近より深い地域（第9.3図）にのみ認められる。また、後述のように日岡山付近より下流にか

けては、縄文海進期にも扇状地堆積物が広く南東に向かって発達していたと推定される。

地域別の層相変化 以下に地域毎の沖積層の層相を記載する。

1) 高砂市東神吉町-米田町、加古川市加古川町

本地域の沖積層は主に層厚2～12mの砂礫層（N値が20～40）からなる（例えば、第9.4図のA-A'断面のB8、B62、B-AB'断面B10、B9、B37、B36、C-C'断面B19など）。これらの地域のうち、現在の加古川の西側や東側では、層厚1～2mの砂質シルト層や粘土層などからなる細粒堆積物（N値10以下）が礫層の最上部に載る（例えばB7、B8、B9、B10、B20、B22、B26、B35、B62）。

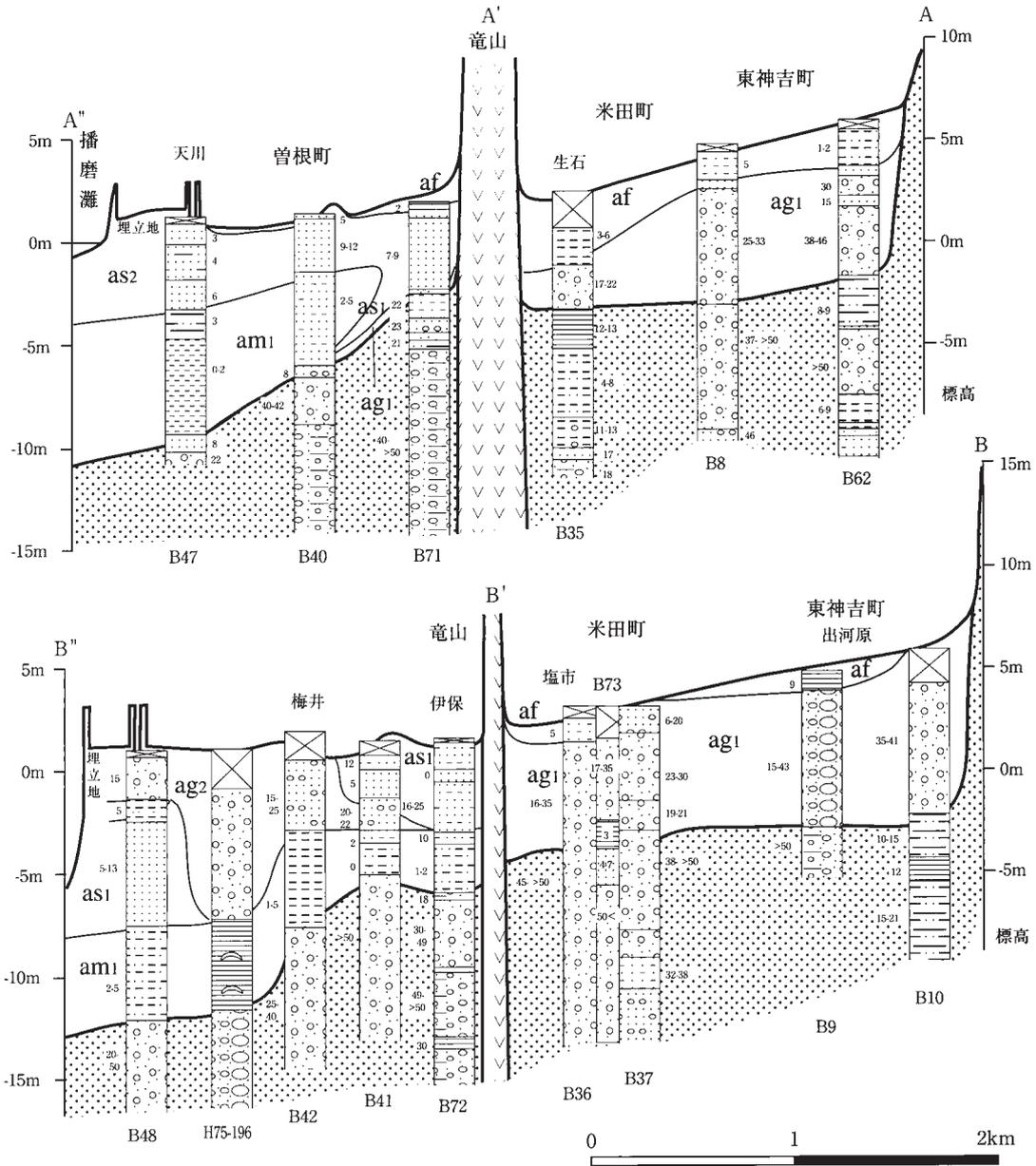
なお、加古川の東側でも薄い細粒堆積物の下位に分布する礫層は、それらのN値の変化（B19、B22、B23など）や周辺の段丘堆積物の分布から、多くは段丘堆積物に対比した。またB18では、深度5m以浅は粘土層と礫層からなり、その下位には厚いN値50以上の段丘堆積物と推定した砂礫層が連続して層厚11m以上分布する。またB73の深度6m以深の下位から礫層、砂層、粘土層の上方細粒化する地層もN値から段丘堆積物と判断した。この地域に海成層と推定されるシルト-粘土層は、B35、B73、B69などより沿岸部に近い側のボーリング資料のみで認められる。

2) 高砂市曾根・梅井・伊保崎、姫路市大塩町、高砂市阿弥陀町・中筋地区

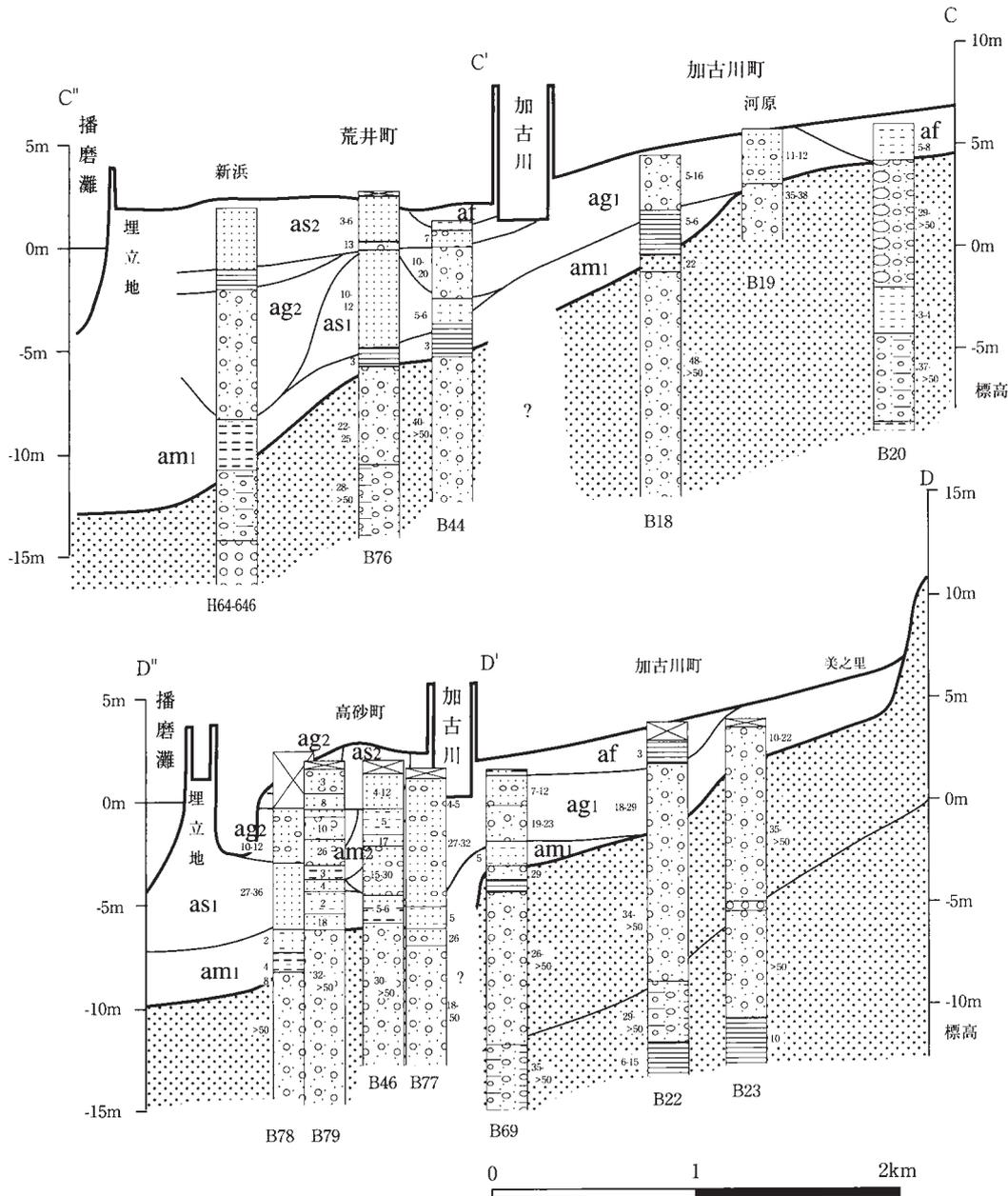
海岸に面するこの地域では沖積層は標高5m以下に発達する。沖積層と推定される堆積物の全体の層厚は6～14mで、現在の海側（南東側）ほど厚くなる。

曾根町-伊保（第9.4図A'-A''断面）、伊保-梅井（第9.4図B'-B''断面）や荒井-新浜（第9.4図C'-C''断面）の断面図で認められるように、本地域の沖積層下部は層厚1～6mのN値5以下の粘土-シルト層（シルト質砂）（am1）からなる。産出する貝化石から下部の細粒堆積物は海成と推定される。同様な細粒堆積物は姫路市大塩町のB39、B70でも層厚4～6mの砂質シルト-粘土層として認められる。上部は、層厚1～8mのN値5～10の砂層（as1）とN値15～30の砂礫層（ag2）からなり、一部シルト層（am2）を含む。曾根町付近（第9.4図A'～A''断面）や姫路市大塩町のB39、B70では礫層は欠き、層厚3～7mの砂層（細粒砂層が主）が分布する。これら上部の砂層は砂州・砂堤と推定される。なお、田中（1998）では、大塩町の断面において、海成粘土層の下位、標高-10～12m以深の礫層（層厚13m以下）を下部基底礫層（N値50）と上部基底礫層（N値37～50）に区分し、沖積層に含めている。

一方、伊保-梅井や荒井-新浜では厚い砂礫層（ag2）が多く、これら砂礫層は砂層だけでなく、粘土-シルト層も削る。特に伊保港や加古川河口付近で礫層が卓越す



第9.4図 高砂地域におけるボーリング地質柱状図とその対比(その1)
 断面線は第9.2図に示す。柱状図横の数字はN値。



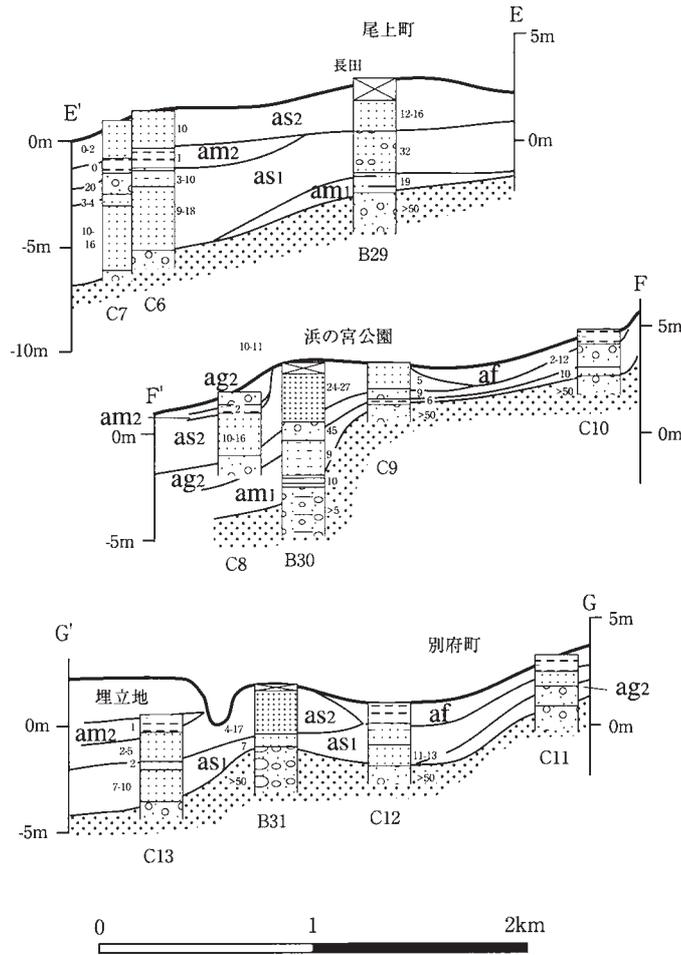
第9.4図 (その2)

ることから、これらの地域の砂礫層は砂層(砂州・砂堤)を削り込んだ河口や河道の堆積物と推定される。

なお、播磨国風土記にある景行天皇が後に印南別嬢(いなみのわきいたつめ)へ求婚するために渡ったとされる“南毗都麻の島”は、高砂市の高浜から荒井にかけて存在した加古川河口の中州とされている(寺林・中村, 1998)。また、その島を探すために立った“賀古の松原”とは加古川市尾上から浜の宮にかけての松原とされる。何れも海浜砂丘や河口州のようなものであったと考えられる。

3) 加古川市尾上町-別府町, 播磨町西部

地形的に浜堤と推定される尾上町-別府町, 播磨町西部の地域は、その地形に対応するように最上部には連続したN値10~20前後で層厚2~4mの砂層(細粒砂層)が認められる(第9.4図のB29, B30, C9, B31などや第8.3図のB81など)。これら最上部の砂層(as2)は数m以下の高まりを示し。その陸側の緩やかな凹地では層厚1m以下のシルト層が分布する(第9.4図のC10, C11, C12)。以上のことから、これら最上部の砂層と細粒堆積物は、それぞれ汀線付近での砂堤の堆積物とその後背湿地の堆積物と推定される。なお、これらの緩やかな凹地、すなわち加古川市の山陽新幹線に沿う高



第9.4図 (その3)

砂市朝日町から加古川市尾上町 - 野口町付近には、弥生から古墳時代の集落跡など（朝日町遺跡・幸田遺跡・樋之口遺跡・尾上遺跡・浜の宮遺跡・長浜遺跡・聖陵山古墳）が数多く分布する。

B31, B80, B81 では、後述のように概ね N 値 40 以上の西八木層と推定される砂礫層の上に細粒砂層が覆う。また、これらの地域の沖積層は層厚 5 ~ 6m から 2m で西北西側ほど厚くなる。これらのことから、西側へ緩く傾いた西八木層（面）を覆うように上記のような沖積層が薄く堆積していると推定される。

一方、B29, 30 では段丘堆積物と推定される厚い砂礫層と細粒砂層の間に層厚約 1 ~ 3m の粘土 - シルト砂層から礫層へと上方粗粒化する堆積物を挟む。これは前述の海成の粘土層（am1）に相当するものと推定される。

4) 高砂市阿弥陀町

高砂市曾根町より内陸にあたる高砂市阿弥陀町の沖積面は標高 10m 以下である。B33, B34, B38 でそれぞれ深度 10 ~ 12m 付近までの堆積物が沖積層に相当すると推定される。これら 3 つのボーリング資料から見ると、

本地域の沖積層下部は砂 - 砂礫層、上部はシルト層 - シルト質砂層で特徴づけられる。下部は谷底平野堆積物（gl, 一部 af）、上部は氾濫原堆積物（af）に相当すると考えられる。ボーリング資料からは、中筋（JR 山陽本線）付近より北側には海成層と推定されるシルト - 粘土層は認められない。

5) 高砂市荒井町・高砂町

B78 は深度 11m 付近に層厚 1m の砂質粘土層があり、それより上位は砂層と砂礫層が載り、上方粗粒化を示す。この層相変化は B39, B40, B41, B42, B70, B71, B77 などと同じ変化を示す。B77 の深さ 8m 以深の N 値 50 以下の砂礫層は最終氷期に谷を埋めた砂礫層の可能性が高い。また、B74, B44 は上方粗粒化を示しているが、旧河床に位置するもので、最上部の層厚 3 ~ 4m の砂礫層は河床の砂礫バーを示している可能性がある。B76 は B45 全体としては層厚 7m の砂層からなる。

6) 神戸市西区玉津町 - 平野町（明石川下流域）

本図幅南東端の幅 0.6 ~ 1.5km の明石川沿いの低地には、明石川河口から続く沖積層が分布する。標高 10m

前後に沖積面が発達する玉津町では、沖積面下1～3mを除き、深度9～16m付近まで薄い砂礫層や砂層を挟むものの、ほぼ青灰色の粘土層主体層で占められる。詳細な柱状図が得られていないが、この10m前後の細粒堆積物のうち下部は内湾の堆積物、上部は氾濫原堆積物と推定される。更に明石川の上流側である標高15～40mに沖積面が発達する平野町では、沖積層は層厚15～30mの粘土混じりの砂層を主体する堆積物からなる。

7) 加古川市神野町付近

神野町のB13からは、沖積層は深さ6.5mから0.8mまでN値30～50の砂礫層、最上部はシルト粘土層が認められる。同様に、上荘町見土呂のB15、上荘町国包のB16のボーリング資料からも深さ7～8mまでほぼN

値30～40前後の大礫まじり砂礫層が分布する。

8) 三木市美嚢川下流域

本図幅北東端の美嚢川は大阪層群から西八木層が作る丘陵地を削り、幅0.5～1.5kmの谷底平野を形成する。H01-121（付図d）では深さ1～8mまで礫層が分布する。

9) 曇川流域

曇川流域の沖積層は薄い細粒堆積物で特徴づけられ、稲美町の岡のB88では、深さ0.9mまではN値5以下の砂質粘土が、その直下にはN値の大きな粘土質砂礫が分布する。同様に、岡のH75-129でも深度1.5mまでの表土を除くと4mまでが粘土層からなる。

第10章 活断層及び第四紀地殻変動

(尾崎正紀)

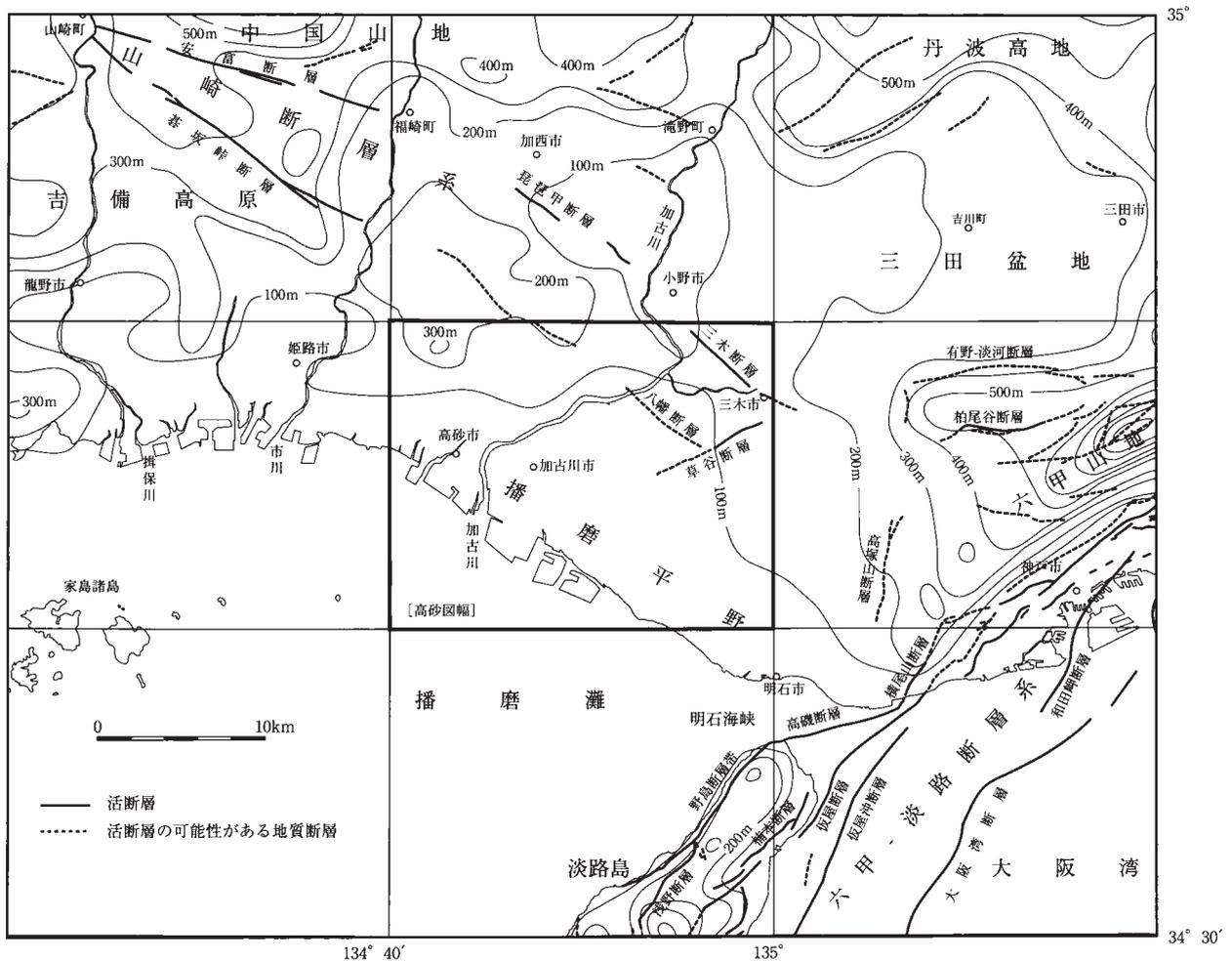
10.1 概要及び研究史

第10.1図に高砂図幅地域周辺の接峰面図と活断層系を、また第7.1図に活断層及び地質断層の分布を示す。本図幅地域は、山崎断層系の南東方と六甲-淡路断層系の北西側に位置し、西北西-東南東方向に伸びる左横ずれ断層の発達と北西から西北西方向への傾動運動が特徴的に認められる。

本図幅地域の活断層の可能性のある断層としては、三木断層、草谷断層、八幡断層がある(第10.1図)。なお、岡田・東郷編(2000)は、城山において変位地形は認められないものの、連続した北西-南東方向のリニアメントが続くとしている。このリニアメントの多くは地質断層と一致する(地質図参照)。

山崎断層系は左横ずれの活断層、地震断層としてよく知られる。活断層としては左横ずれ断層で、その多くが北側隆起の変位を示す(福井, 1981)。山崎断層系の主断層は西から大原断層、土方断層、安富断層に区分され、全体として長さ50kmに及ぶ(第10.1図では東端の安富断層のみ示す)。これらの断層の南東側延長部には長さ10km以下の琵琶甲断層、三木断層及び同方向のリニアメントが雁行状に発達し、全体として80km程度の長さを持つ活断層系とも考えられている(活断層研究会編, 1991)。

一方、明石市から高砂市の海岸に沿うような断層(高砂断層と呼称された)が想定され、明石市二見町では反射法弾性波探査(明石市編, 1998)が、また明石市西部から加古川市の沿岸部海域では海底音波探査(明石市企



第10.1図 高砂図幅地域及び周辺地域の活断層の分布

画調整部調整室企画課，2001)が実施されたが，何れの調査でも活断層の存在を積極的に示すデータは得られていない。なお，茂木ほか(1985)，西村ほか(1985)は，ELF・MT探査や線測定等によって山崎断層系安富断層の東側延長部が三田市東方の十万辻断層と連続するとして，山崎断層を総延長120kmの活断層と推定している。そして，安富断層と十万辻断層の間の断層を社断層と呼称し，全体を三田・山崎構造線と呼んでいる(茂木ほか，1985)。しかし，第四系の研究成果や微小地震の分布密度からは，構造線と呼ぶような断層は存在しない。

六甲断層系については多くの研究報告があり，特に兵庫県南部地震の発生以降，さまざまな研究が行われているが，本報告では割愛する。本図幅地域は中期更新世以降のこの六甲-淡路断層系活動の影響，すなわち六甲山地の形成に伴う北西ないし西方へ傾く傾動運動の影響が認められる。

10. 2 活断層の可能性のある断層

以下の3つの断層は何れも後期更新世以降の活動を示す証拠はない。したがって現状では狭義の活断層とはいえないが，その可能性のある断層として以下に記述する。なお，八幡断層については，他の2つの断層と比較し，その存在は確実なものではないが，将来の検討課題として注視して頂くために本項に加えた。

10. 2. 1 三木断層

定義と位置 三木断層は，小野市池尻町から三木市大村坂峠，上の丸町付近のほぼ神戸電鉄栗生線に沿って分布する(兵庫県地域活断層調査委員会，1999)。北西方向の延長部(北条図幅内)には琵琶甲断層(八木，1983b；尾崎ほか1995；兵庫県地域活断層調査委員会，1999)が発達する。

研究史 明美段丘面の分布高度の急変部または不連続面として，三木断層の存在を始めて報告したのは平野(1973)である。その後，活断層研究会(1980)では，平野(1973)の指摘した断層を三木断層と呼び，活断層研究会(1991)では山崎断層系の一つの断層として，平野(1973)を引用し確実度Ⅱ，活動度不明の断層として扱った。更に兵庫県南部地震後は，琵琶甲断層とその延長部の三木断層の調査が行われ，尾崎ほか(1995)の記載した琵琶甲断層露頭の再調査とともに，新たに三木断層の断層露頭及び高位段丘の撓曲構造が確認された(兵庫県地域活断層調査委員会，1999)。

断層露頭記載 小野市市場(第10.2図①)：兵庫県地域活断層調査委員会(1999)の記載では，断層の走向傾斜はN60°W，75°Eで変位量は不明とある。また，断層部は明瞭な剪断面が形成され，付近の礫は引きずれ断層面に沿って配列している。

三木市大村北方(大村坂越)：兵庫県地域活断層調査委員会(1999)の記載では，高位段丘上位面を高位構成す赤褐色の砂礫層(大阪層群の砂礫層)が約10°が南西へ傾斜する撓曲構造が認められている。しかし，現在，本露頭は存在しない。

三木陸上競技場北東：兵庫県地域活断層調査委員会(1999)は，三木市役所付近の段丘面(本報告での西八木1面)に，断続的なリニアメントが三木市志染町まで追跡され，三木市三木山運動公園の北東では，大阪層群の砂礫層が北西-南東の走向で，20°北東へ傾斜し，上下変位量約5mの撓曲構造が認められるとしている。ただし，前述の三木断層とは変位が逆である。

活断層調査ボーリング 三木市末広町のボーリング調査(兵庫県地域活断層調査委員会，1999)によると，断層延長部の北東側に厚さ5m前後の沖積層直下(標高約35m付近；第6.5図a-b破線)に，大阪層群とともに大阪層群に覆われた神戸層群の分布が認められる。沖積粘土層が局所的に分布することや，神戸層群の分布深度が断層の北側で浅くなることから，断層の存在を示唆すると結論づけている。しかし，これらM-1～M-3断面において，三木断層が大阪層群を明確に切るようには見えない。

露頭調査及び深井戸ボーリング資料から見た三木断層の変位 深井戸ボーリング台帳資料から求められる大阪層群の断面図(第7.5図のその3；H75-237～H75-236間)を見ると，兵庫県地域活断層調査委員会(1999)によって沖積層下に推定された三木断層を横断する南北断面に見かけ上約80mの北東側隆起が推定され，断層の存在を示唆する。また，その南東側延長の丘陵地でも，Ta-13(標高45～50m付近に神戸層群の露頭が分布)とH01-120(標高約-60mに第三紀層が記載)の間(第6.5図)に三木断層が存在すると仮定すると，神戸層群の分布標高に約100mの差が認められる。ただし，大阪層群の基底部の標高分布(第7.4図)から考えると，大阪層群の堆積時に多くの残丘が存在した可能性が高く，上記の断層を挟んでの大阪層群基底部の標高差はあくまでも見かけ上の垂直変位を示し，確実なものではない。

一方，三木断層は本報告の明美1b面を，小野流通業務団地付近で変位させ，見かけ上約20～30mの南東側落ちが認められる。

活動時期 上述のように，三木断層は本報告の明美1b面を変位させていることから，少なくとも中期更新世後半まで活動していたと推定される。しかし，後期更新世以降に活動した明確な証拠はない。なお，活断層研究会編(1991)や岡田・東郷編(2000)では確実度はIとしているが，約30万年前後の明美面(本報告の明美1,2段丘面)以降の地形面や地層を活動させている証拠がないため，活動度は示されていない。



第 10.2 図 三木断層及び草谷断層の露頭

① 三木断層

小野市池尻町 (Ta-50 ; 付図 d) . 白い矢印は断層の位置を示す . ①の 2m スケールは加筆により強調 . 写真の a は写真①の a 部分の近接写真 . 走向傾斜は N40-50° W , 60-75° NE .

② 草谷断層

三木市興治 , 稲美町草谷の東 (Ta-10 ; 付図 d) . 白い矢印は断層の位置を示す . 写真の b は写真②の中の b の部分の近接写真 . 断層の走向傾斜は N30-40° E , 55-60° NE .

10. 2. 2 草谷断層

定義と位置 草谷断層は、三木市南東部の福井から、稲美町草谷を通り、草谷川を横切り稲美町国岡へ至る北東-南西方向に延びる断層である。兵庫県地域活断層調査委員会 (1999) では、稲美町国岡付近で枝分かかれし、更に加古川市平岡町の東まで断層として描いているが、本報告では断層の枝分かかれとして示された地形的な食い違いは段丘堆積物間の境界と考え、草谷断層は国岡付近までの断層として扱う。

研究史 八木 (1983b) によって始めて報告され、明

美面 I (本報告の明美 2a 面) が、段丘面の西方への傾下とは逆向きに南東向きの比高 5 ~ 7m の崖が 2km の長さ続く変位地形とされた。その後、活断層研究会編 (1991) では取り上げられなかったが、兵庫県地域活断層調査委員会 (1999) により、断層露頭も確認され草谷断層と命名された。

地形的特徴 兵庫県地域活断層調査委員会 (1999) で報告されているように、断層沿いには浅い谷が発達し、明美 2a 面を基準として 5 ~ 7m の南東側低下が認められる。草谷断層北西部付近以外に分布する明美 2b 面は

西ないし南東へ傾斜するが、草谷断層北西側に分布する明美2b面が北東側へ傾斜し、断層の変位の影響を強く受けている。なお、草谷川流域の西八木面に対する変位は認められない。

断層露頭 三木市輿治（稲美町草谷の東）に近接して2箇所（Ta-10, 11：付図d）で確認でき、50-60°北西へ傾斜する逆断層が認められる（第10.2図）。

ボーリング資料 明石累層の基底部でも大きく見積もっても10m前後と推定され（第7.5図④-④'）、明美2a面を基準とした変位と大きな差はない。三木断層と比較すると縦ずれ成分は小さい。

活層時期 明美2a段丘堆積物に変位を及ぼしていることから、30万年前以降活動したことは確実であるが、更新世後期以降の活動については不明である。

10. 2. 3 八幡断層

定義と位置 新称。加古川市八幡町から稲美町草谷に至る草谷川沿いに推定される西北西-東南東走向の断層。加古川市上荘町において、宝殿層を切る同方向の断層に連なると推定される。

研究史 なし。

地形的特徴 いなみの台地の河川がつくる地形としては特異な西北西-東南東方向の直線的な谷を示す。八幡断層を挟んだ両側の明美2a, b面からは、草谷川の谷幅が広いこともあり確実な変位の見積もりはできない。

断層露頭 確認できていない。

ボーリング資料 明石累層の基底部を基準にすると見かけ上最大約50m前後が推定できる（第7.4図、第7.5図③-③'）が、一般に明石累層の基底部の深度は南側ほど深くなり、かつ基底面が凹凸に富んでいることも考慮に入れると、正確な変位量の見積もりは今後の課題である。

活動時期 不明であるが、上記のように、西北西-東南東方向の直線的な谷沿いに想定されることから、三木断層と同様に少なくとも中期更新世まで活動していた可能性がある。

10. 3 傾動運動

傾動量と向き 六甲山地西部から播磨地域に認められる北西への傾動は、特に明美面及び高位段丘面の高度変化として認められる。本図幅地域内の段丘堆積物形成時の堆積離水面の傾きは南南東から南方向と考えられるが、より古い段丘面ほど傾きが大きく、かつ北西方向へ向く傾向にある。これは、より古い段丘面ほど、六甲山地形成に伴う北西方向の傾動の影響を強く受けているこ

とを示している。

各基準面の傾斜量とその方向は以下のとおりである。

明石累層（本図幅地域東南部）：柱状図の対比に基づき平均すると西へ1.5-2/100

明美1a-1b面：西北西-西へ0.9-1.2/100

明美2a-2b面：西-西南西へ0.5-1.2/100（草谷断層による変形の影響は除く）

西八木1-2面：南西-南南東へ0.5-0.6/100

成因論 加古川中流沿いの明美面を含む河岸段丘の非対称的配置の原因を初めて地塊の西への傾動に求めたのは東木（1929）である。その後、藤田（1968）は、六甲変動に伴う六甲山地の隆起部に対する沈降部として加古川流域をとらえ、明美面の西への傾動の原因をこの六甲変動に伴う傾動運動に求めた。これに射し、平野（1973）は、直線的な北西-南西ないし西北西-東南東方向の地形面の不連続の存在を加古川中流域に発達する明美面の分布高度によって示し（ただし、地形的に2あるいは3段ある明美面を一括して扱っている）、これら不連続部は山崎断層の南東延長部及びその共役方向（北西-南東及び北東-南西方向）の横ずれ断層であり、明美面の傾動はこれら横ずれ断層を発達させる運動に伴う変位であるとした。一方、八木（1983a）は、加古川下流域における明美面を含めた段丘面の西方への傾動は特に30万年以上以降から現在に起こったとし、更に八木（1983b）では、東条-小野地域（三田盆地西部）を、御所谷断層と三木断層の共役な横ずれ断層系に囲まれた地塊（合部）として、小野I面（明美面）の西への傾動は、応力の集中によるbulgeの発生による垂直隆起運動の結果であると説明した。

周辺地域全体を見渡すと、六甲山地の北西部を取り囲むように広範囲に傾動が認められ（藤田編，1974）、六甲山地から離れるほど傾動の程度が小さくなる。したがって、平野（1973）や八木（1983b）の考えた横ずれ断層の運動に伴う垂直変位は一部に存在する可能性はあるものの、基本的には本図幅地域を含む広範囲の傾動運動は地塊化した六甲山地の隆起すなわち南東走向の断層群の変位に伴い、三田盆地及び加古川中・下流域を緩斜面側（背面）とする、北西方向へ傾く傾動地塊運動の結果として生じたと考えられることができる。

活動時期 上述のこと、及び明美2a面を伴う明美累層と軽微な不整合で接することから、傾動運動は、少なくとも中期更新世の前期から始まったと推定される。なお、この時期は、南流して加古川と結びついた由良川が北流に転じた時期と武庫川や美囊川に結び付いていた篠山川が、突如西流して加古川と結び付いた時期（岡田・高橋，1969；尾崎・松浦，1988）と一致する。

第11章 地質災害及び水害

(尾崎正紀)

11.1 地震災害

高砂図幅地域で発生した地震としては、868年8月3日に起こったマグニチュード7以上と推定される播磨地震があり、震源地が高砂図幅地域西部とされる(岡田ほか, 1987)。ただし、活断層研究会編(1991)では、この地震は安富断層による可能性が高いとしている。ほかに北条図幅内で1864年3月6日に発生した市川町付近を震源地とするマグニチュード6程度の歴史地震(活断層研究会編, 1991)、龍野図幅内で1984年5月30日に発生した山崎断層系に属する基坂峠断層(由葺断層)沿いのマグニチュード5.6、震度4の地震がある(岸本, 1987)。いずれも山崎断層系の活断層により発生したものである。

最近では、1995年1月17日には淡路島北端部を震源地とするマグニチュード7.2、最大震度7に達する地震が発生し、淡路島北部から六甲山地南縁沿いに死者6,000人を超えるなど多大な被害をもたらした。本図幅に含まれる明石市の人的被害は、死者10人、負傷者1,884人、建築物被害約3万棟である(明石市史編さん委員会, 1999)。被害は市内全域に及んだが、大きな被害は明石市東部(須磨図幅地域内)に集中し、西側ほど被害は少なくなり、本図幅地域内では被害が少なかった。ただし、本図幅地域の南東部(明石市大久保町)、いなみの丘陵と低地(明美2a面と西八木1面)の間の傾斜地では、建築物被害が比較的多く発生している(明石市史編さん委員会1999; 付図5)。

11.2 マスブームメント

斜面崩壊 本図幅北西部の法華山地には顕著な斜面崩壊が認められ(吉田, 1980)、「^{せき}瘦悪林地」地帯として知られている(兵庫県, 1970)。法華山地の崩壊は人為的なものが大きい、地質要因も考えられる。特に宝殿層の火山礫凝灰岩の分布域では、斜面物質は粘土質とならず多くが岩屑として、斜面の残ることなく移動するため、植生がほとんど認められない急崖がよく発達する。一方、志方花崗岩の分布する加古川市志方町の山地は、宝殿層の分布域に比べ崩壊は少ない。

地すべり 小規模な地すべりが、崩積堆積物及び山麓斜面堆積物の分布域や、いなみの台地と低地との急崖沿いに認められるのみである。周辺地域を見渡した場合、地すべりがよく発達する地層としては、神戸層群があげ

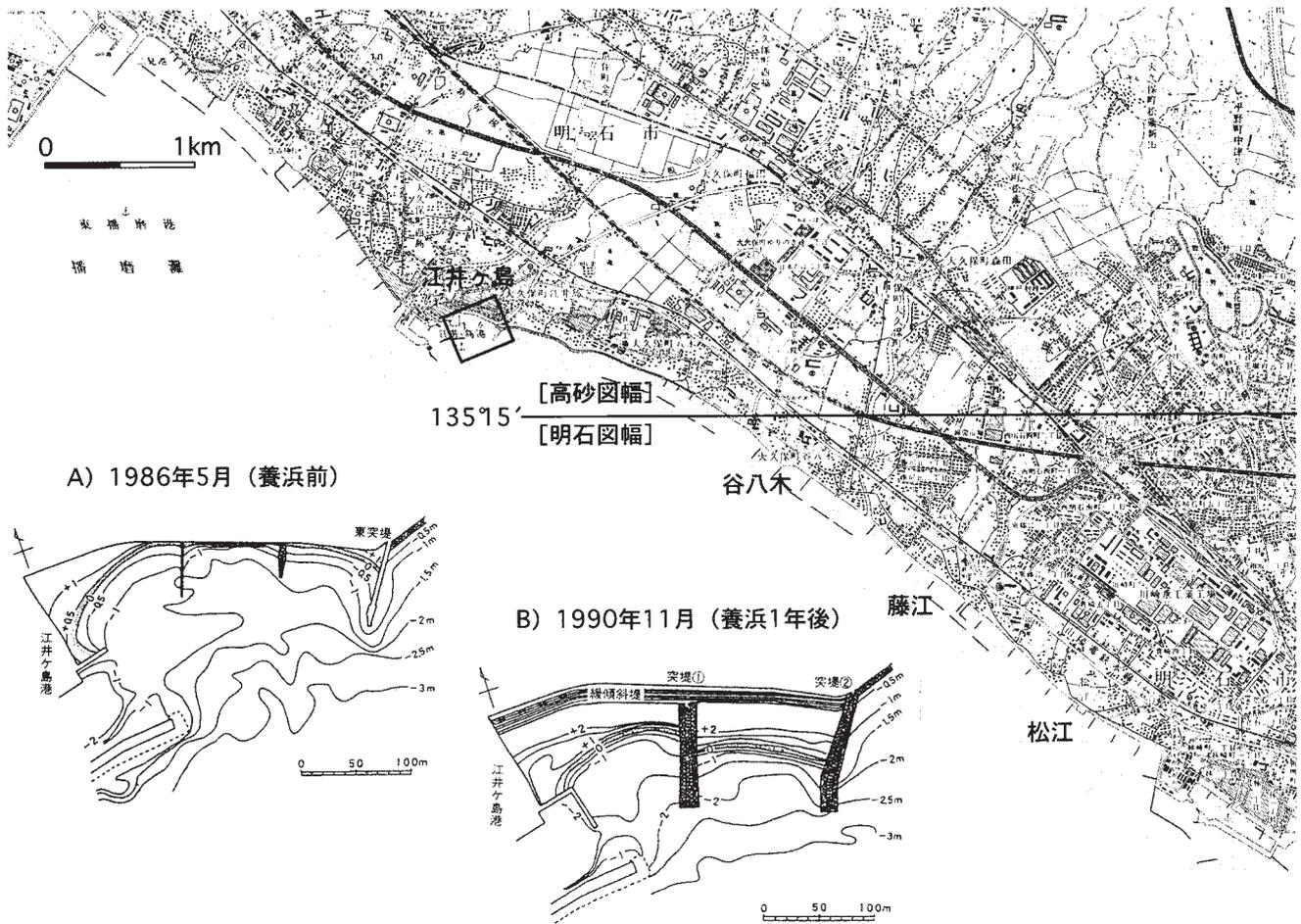
られる。その凝灰岩や凝灰質泥岩が素因となり、特に三田盆地は第三紀層の地すべり多発地帯となり地すべり防止指定地も多い(石田・西浦, 1975; 石田ほか, 1976, 1977; Ishida *et al.*, 1985; 藤田崇, 1983; 廣田ほか, 1987; 林田, 1991; 中川ほか, 1992; 加藤・横山, 1992; 藤田崇ほか, 1995など)。神戸市西部では吉川累層及び淡河累層上部の泥岩と凝灰岩の多く挟まれる地層(藤田・笠間, 1983)、三田盆地ではの層序区分でいう吉安砂岩泥岩礫岩部層の中・下部、すなわち上久米凝灰岩層と北畑凝灰岩層の間の層準(尾崎・松浦, 1988)に多発している。しかし、本図幅地域の神戸層群は川沿いにわずかに露出するのみのため、神戸層群を素因とする地すべりの発生は認められない。

11.3 海岸侵食

明石海岸の侵食崖の後退速度は0.1m/年(吉川, 1952)、あるいは1.0~0.5(野田, 1971)で、日本における海岸侵食の最も著しい海岸地域の一つである。六甲山地の隆起による相対的な隆起によって海食崖の基部に波食によるノッチが形成され、崖が不安定になり海食崖が後退すると考えられる。この海岸侵食に対して、本図幅地域では播磨町や明石市の江井ヶ島付近で対策が進められ、1950年代以降、侵食崖に沿って直立護岸と根固工が設置された。しかし、同時に崖基部の砂浜も消失したため、景観や汀線へのアクセス対策も考慮され対策が実施されてきた。1983年以降東播磨海岸では侵食対策として、堤長100mの突堤、防波堤、離岸堤で囲んで土砂(例えば、江井ヶ島では中央粒径は1.4mmの広島産海砂; 坪香ほか, 1992)を投入し養浜工が実施されてきた(宇多, 1998; 第11.1図)。養浜により沿岸漂砂が生じ、海浜の縦断面としては波による海底面変化の限界水深は1.5m、漂砂の移動高さは水深2.7mと推定された。現在、養浜の一部は海水浴にも利用されている。

11.4 水害

加古川は、平安時代から室町時代までに32回、江戸時代には98回など、歴史的に多くの洪水の記録を残している(国土庁土地局国土調査課, 1995)。また、明治以降は山林が荒れ土砂の流出と堆積が顕著となり、明治4年には河川の障害物の撤去と水路の保護の布告、明治16年には治水事業の調査が行われた。しかし、その



第11.1図 明石市西部の人工海岸と江井ヶ島地区の養浜
 地形図は国土地理院発行の2万5千分の1地形図「明石」(平成10年発行)及び「東二見」(平成12年発行)の一部を使用. 江井ヶ島地区の養浜は坪香ほか(1992)の図を引用.

後も水害は繰り返されてきた(第11.1表). このような背景に基づき, 加古川は洪水予報指定河川, 水防警報指定河川(国土交通大臣指定)に指定されて, 平成6年には洪水氾濫危険区域図が, 更に平成14年には浸水想定区域図が作成されている(国土交通省近畿地方整備局姫路工事事務所作成).

洪水氾濫危険区域図とは, 全国の直轄管理河川において, 概ね100~200年に一度程度起こる大雨を対象として, 洪水氾濫シミュレーションによる浸水危険区域を表示したものである. 加古川では河川改修の長期的目標としている概ね150年に1回程度起こる大雨(2日間の総雨量271mmで昭和37年6月の梅雨前線165mmの1.64倍)による洪水を想定し, H6年度時点において河川改修が不十分であるために氾濫流により浸水する区域を示している. 氾濫水深は0.5m未満, 0.5~2.0m, 2.0m以上の3ランクで表示しており複数の氾濫パターンの最大の水深を示している. しかし, 氾濫シミュレーションにおいては支派川や高潮による氾濫を考慮していないことや, 計算メッシュが概ね500mピッチであった

ため微地形による影響が表せないなど, 概要は示せるものの精度面において問題があった.

一方, 浸水想定区域図とは, 平成13年に改正された水防法に基づき, 洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るため, 河川整備の基本となる降雨により河川がはみ出した場合に浸水が想定される区域として指定し, 想定される水深と併せて公表されるものである. 加古川の浸水想定区域図は平成14年6月に作成されたもので, 加古川の流れる市町の行政機関で閲覧できる. 洪水氾濫危険区域図に比較すると, より詳細な浸水予想図となっており, 加古川の浸水想定区域図では, 250mメッシュ, 隣接する計算メッシュとの連続性, 微地形, 連続盛土構造物を考慮して作成されている. 指定の条件となる計算降雨は, 洪水氾濫危険区域図と同様の条件である.

今後, 浸水想定区域図などに基づいて市町が主体となって, 浸水・氾濫情報等に加えて避難地, 避難路の位置, 情報人手方法などを具体的に表示した洪水ハザードマップが作成される予定である.

上述の浸水想定区域図に基づくと, 加古川市国包より

第 11. 1 表 加古川水系の明治以降の主な洪水記録

年月日	人的被害	堤防決壊	家屋被害	道路被害	橋梁被害	耕地被害	概要
明治 18 年 9 月 2 日	死者 2 名	5 ヶ所	4 ヶ所	6 ヶ所	数カ所	田畑流失 170ha	加古川上流部、佐治川で被害甚大。
明治 25 年 7 月 23-24 日		40km	85 戸	36km	268 ヶ所	5ha	現在の加古川国包付近の堤防決壊から始まる。
明治 29 年 8 月 30 日	死者 8 名	46.3km	149 戸	87.3km	329 ヶ所	94ha	材木置き場の材木が流木となり被害を大きくする。
明治 30 年 9 月 29 日	死者 8 名	63.7km	383 戸	106km	838 ヶ所	306ha	加古川全流域に被害を及ぼす。
明治 40 年 8 月 24 日	死者 7 名	2,654 ヶ所	83 戸	1,926 ヶ所			紀伊半島に上陸した台風の影響。
昭和 7 年 7 月 1-2 日		13.5km	182 戸	22km	634 ヶ所	698ha	六甲山系と淡路島に豪雨。特に美濃川に被害集中。
昭和 9 年 9 月 9 日	死者 8 名		312 戸		28ha		室戸台風が直撃。
昭和 13 年 7 月	死者 5 名	12 ヶ所	112 戸	35 ヶ所		154ha	6 月末からの長雨。
昭和 20 年 10 月	死者負傷者 31 名	6 ヶ所	50 戸	冠水 12 ヶ所		冠水 74.3ha	九州から中国地方を横断した阿久根台風の影響で、国包で歴史上の水位 7 m を記録。
昭和 25 年 9 月 3 日		26 ヶ所	20	57 ヶ所	14 ヶ所	93ha	神戸付近に上陸したジェーン台風の影響で豪雨。
昭和 28 年 9 月 25 日	死者 1 名		1 戸			1.4ha	志摩半島に上陸して近畿・中部を横断した台風 13 号。上流部に被害集中。
昭和 34 年 9 月		777 ヶ所		破損 93 ヶ所	116 ヶ所		9 月 26 日に紀伊半島に上陸した伊勢湾台風の影響で、篠山川流域に被害が集中。
昭和 37 年 6 月	加古川流域の記録なし						梅雨前線によって 6 月 8-11 日にかけて記録的な豪雨。
昭和 40 年 9 月	死者 8 名 負傷者 290 名	6 ヶ所	家屋浸水 3,491 戸			冠水 7,904ha	9 月 13 日-17 日にかけて、台風 23 号、秋雨前線、台風 24 号の影響で豪雨
昭和 44 年 7 月			家屋浸水 19 戸			冠水 517.3ha	梅雨前線の影響で 6 月 25 日-7 月 8 日に断続的に降雨。
昭和 47 年 7 月	死者 1 名 負傷者 3 名		家屋浸水 625 戸			冠水 117ha	梅雨前線の影響で 7 月 9-13 日に断続的に豪雨。
昭和 49 年 9 月	死傷者 1 名		家屋浸水 65 戸			冠水 65ha	台風 18 号が高知で低気圧となったが淡路島を中心に局地的に豪雨をもたらす。
昭和 51 年 9 月	死者 1 名 負傷者 3 名	12 ヶ所	家屋浸水 1,800 戸			冠水 5,923ha	秋雨前線及び台風 17 号が 9 月 8-13 日にかけて断続的に豪雨をもたらす。

国土庁土地局国土調査課 1995 による。

下流では、加古川市の新神野から養老、都染地域、東神吉町付近の出河原から大国、美之利、稲屋地域などが 2 m 以上浸水すると推定されている。これらの地域は基本的に標高の低い地域であるが、地質学的に見ると加古川沿いに分布する沖積低地の氾濫原堆積物の分布と一致する。氾濫原とは、文字通り洪水の起こったときに河川が氾濫して浸水する地域を指し、河川の両側では砂主体

の自然堤防堆積物が、その外側には濁流によってシルト・泥などの後背湿地堆積物が堆積する地域である。なお、加古川市国包から播磨灘にかけてはかなり現在都市化が進んでいるが、元々は蛇行した河川網が発達し、より海域側では三角州が形成された地域で、洪水の度に流路が変わるような場所であった。

第12章 資源地質

(原山 智)

12.1 金属・非金属鉱床

高砂図幅地域内では、金属鉱山として稼行した記録はないようである。非金属資源としては、中位段丘などを構成するシルト・粘土が古くから瓦製造（明石瓦）に用いられてきた。明石瓦の製造は江戸時代天明年間に始まり、明石市大久保町の海岸地帯、八木、江井ヶ島地区を中心に生産された。最盛期の昭和30年代には約60軒の工場が軒を連ね、月産3万枚を全国に出荷していたとされる。

12.2 採石及び砕石

採石 高砂市竜山一帯では、竜山石もしくは宝殿石と称される石材が古くから採掘されてきた。平成14年現在、竜山周辺3箇所、北の魚橋地区で1箇所の計4箇所で採石が行われているが、休止した採石場跡は多数認められ竜山・魚橋地区のほか、北山・辻地区でも盛んに採掘されていたことを示している。近年における用途は石垣用などの間知石、外壁用石材などであり、研磨による

鏡面仕上げが困難な性質のために墓石への利用は極めて少ない。

採石されているのは、宝殿層の成層ハイアロクラスタイトであり、流紋岩の薄片及び同質の細粒基質から構成される岩石で節理密度が極めて低い特徴を有する。成層構造を有するとはいえ、層面に沿っての節理はほとんど発達しない（第12.1図）。また流紋岩の破片と基質はともに弱い緑色変質を被っていて両者の間には硬度や空隙率など物理的性質の差異はほとんどない。こうした特徴は竜山石に方向による物性の差がほとんどない、等方的で均質な性質を与えている。更に、耐熱性（防火性）にも優れた性質を示すとされている。これらに加え竜山石は採石用岩石としては軟質の部類に属し、切削加工が比較的容易という特徴を有している。以上のような性質が大型で塊状の石材を採掘可能にしており、また歴史時代からの加工石材としての用途に使用されてきた理由と判断される。石材の色調は新鮮な部分では淡緑色を示すが、風化（酸化）により灰黄白色から淡黄褐色まで変化を示す。これらの色調について、生産現場ではそれぞれ青・黄・赤と称している。



第12.1図 高砂市竜山地区の採石場

採石の対象は宝殿層の成層ハイアロクラスタイト。節理がほとんど発達せず、大型の石材が採掘可能である。

高砂市のホームページ掲載資料によれば、竜山石の石材としての利用は古墳時代までさかのぼり、仁徳天皇陵の石棺にも使われている。五世紀頃の近畿一帯の長持型石棺のほとんどが竜山石でつくられているほか、鎌倉-室町時代における神社仏閣の鳥居・塔・石仏などの加工品、江戸時代における姫路城などの石垣・土台石、明治時代以降の建築物（造幣局鋳造所・住友銀行本店ビル・京都ホテル旧館・国会議事堂）の内・外壁材として多方面で利用されてきた。

砕石 平成14年3月現在、加古川市志方町広尾字大

谷（西川建材株式会社砕石場）及び小野市下来住町字知子谷（三幸開発株式会社知子谷工場）の二箇所で砕石場が稼働している。前者は宝殿層の流紋岩溶岩を、後者は溶結凝灰岩（火砕流堆積物）を対象に採掘している。通商産業省生活産業局・地質調査所（1993）によれば、両砕石場ともにクリストバライトは検出されず、アルカリ・シリカ反応性試験（モルタルバー法）では無害と判定された。ともに主な用途はコンクリート骨材及び道路用バラスである。

第13章 水 文 地 質

(尾崎正紀・原山 智)

13.1 水 系

高砂図幅地域は加古川の流域を主体とし、一部明石川と天川水系の流域も含まれる(第1.2図, 第13.1図)。加古川の流域面積は1,730km²と広く、兵庫県の8市17町に及ぶ(国土庁土地局国土調査課, 1995)。北は兵庫県青垣町にその源を発し、本流95kmに達する。東は篠山町からの篠山川, 加美町からの杉原川, 加西市からの万願寺川, 今田町・三田市・東条町からの東条川, 吉川町・神戸市・三木市からの美囊川を支流として、播磨灘に注いでいる。加古川は、北西への傾動運動に起因した、東に広い水域を持つという特徴が見られる。加古川の大規模な水資源開発としては、加古川大堰(総貯水量1,960千m³; 紀の川: 昭和54年~), 権現ダム(総貯水量11,120千m³; 加古川-権現川; 昭和44~56年), 平荘ダム(総貯水量9,000千m³; 昭和41年完成)などがある(地下水要覧編集委員会編, 1988)。

13.2 た め 池

いなみの(印南野)台地には多くのため池が分布する。昭和14年当時の資料では、いなみの台地のため池密度は20%を越え30%に達する地域も存在した(近畿農政局ほか編, 1993)。現在では、都市化に伴い埋め立てられ、多くのため池が、主に病院、学校、住宅地、工場へと変貌している。このような地域は、「ため池埋立地」(r2)として地質図で表現した。なお、これらのうち、いなみの台地の明美面上のため池を埋め立てた地域の多くは、元来湿地や沼などの地域でなく、人工的に作られたものが多く、不安定な地盤を示すものは少ない。

13.3 地 下 水

高砂図幅地域は、ジュラ紀堆積岩コンプレックス、白亜紀火成岩類、古第三紀神戸層群を基盤として、鮮新世末以降から中部更新世に堆積した大阪層群と更新世後期-完新世の段丘堆積物及び沖積層からなる。このうち大阪層群、段丘堆積物、沖積層の砂層や礫層は地下水の良好な帯水層となっている。特に東播磨地区では、主に明石層の砂層、礫層を被圧地下水として利用している。西ないし南西方向への緩やかに傾斜する大阪層群全体の地質構造に帯水層の構造も支配されており、いなみの台地の東ないし北からの浸透した地下水が流動している

(第13.2図; 佐野ほか, 1996など)。

昭和58年の資料(地下水要覧編集委員会編, 1988)によると、地下水の使用量は明石市, 加古川市, 三木市, 高砂市, 稲美町, 播磨町で約8,682万m³/年に達する。そのうち明石市が76.6%, 三木市88.3%, 稲美町97.7%と地下水依存度が高い。播磨地域を見ると、地下水揚水は工業用水60~70百万m³/年と一定している。一方、生活用水は昭和51年度50百万m³/年であったが、昭和58年には80百万m³/年に達するなど、少しずつ増加する傾向にある。

明石市から姫路市に至る急速な沿岸部の工業化に伴い東播磨地域は昭和40年以降地下水水位の低下が顕著に認められるようになり、広い範囲で地下水の塩水化が沿岸部に認められるようになった。このため、昭和43年、国、県、市町村(明石市, 加古川市, 高砂市, 稲美町, 播磨町, 神戸市, 三木市)及び地下水利用企業によって東播磨地域地下水利用対策協議会が組織され、自主規制を実施し、地下水保全と適正な利用を図っている。また、地下水揚水の規制が明石市, 三木市などでもおこなわれている。

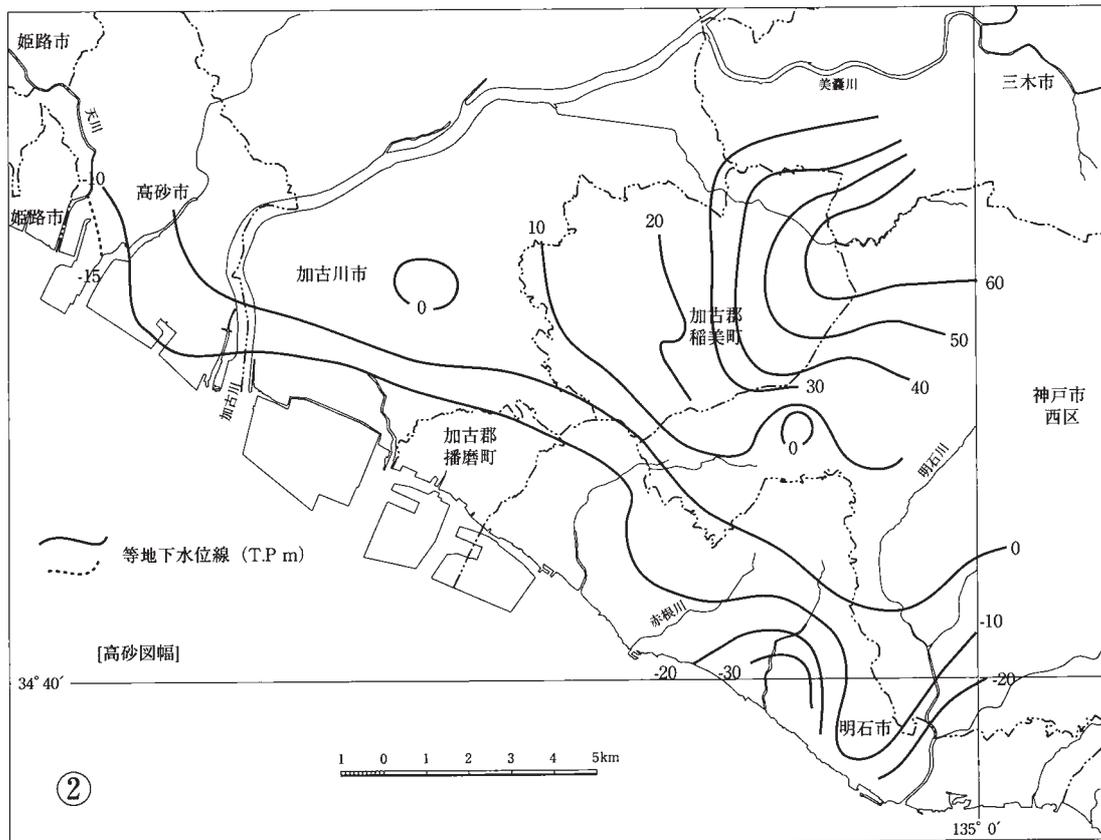
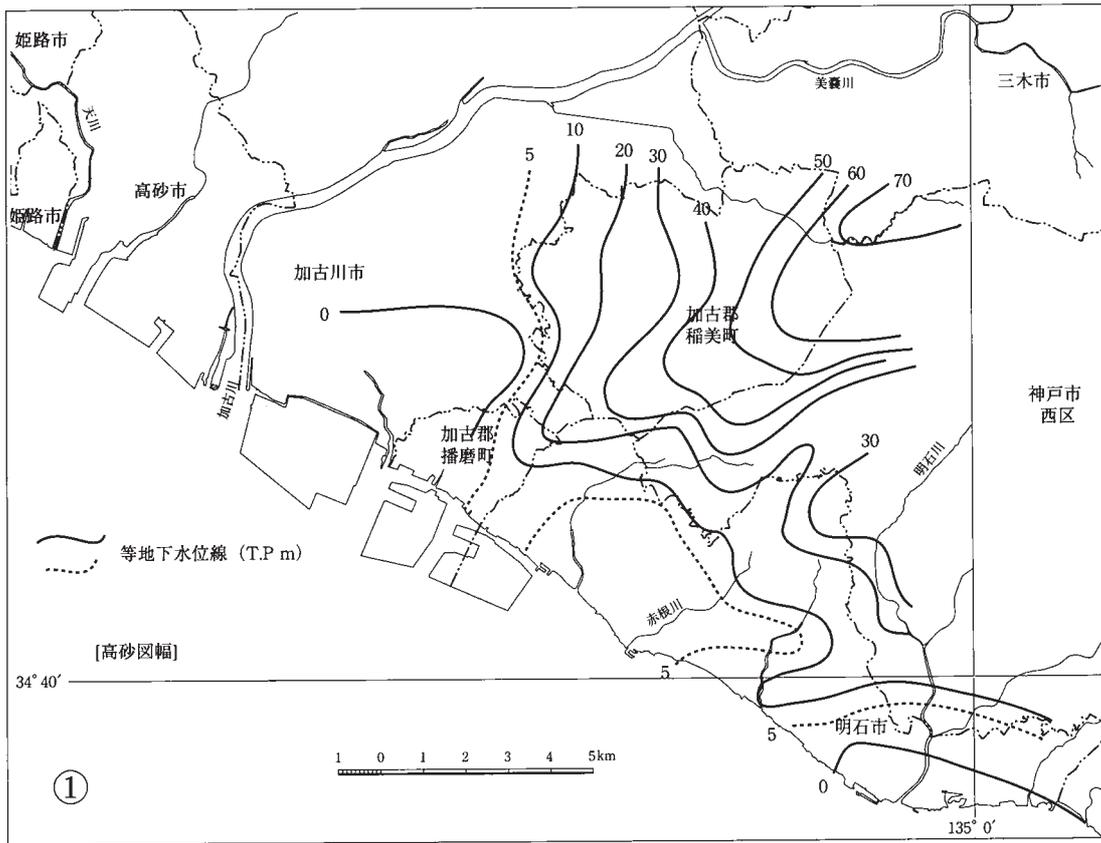
昭和40年頃から昭和50年頃までの約10年間で、明石二見や加古川一色などでは10m前後地下水水位が低下したが、昭和50年以降は上記の協議会などの対策の効果もあり横ばいとなっている。なお、昭和40年以前も臨海部の塩水化現象は認められ、岸田(1966)は地下水の電気伝導率から、海岸線より約1kmの臨海部では自由地下水の塩水進入の割合が高く、特に天川流域ではその影響が高砂市曾根付近まで及んでいると指摘していた。

13.4 鉱 泉

本図幅地域内では、金原(1992)によれば加古川市上荘町見土呂, 加古川市志方町東中付近, 高砂市竜山(伊保付近)に泉温25℃以下の温泉があり、前二者の泉質はナトリウム-マグネシウム塩化物泉である。見土呂地区の温泉は加古川温泉として浴用に供されている。このほか、加古川市加古川町南備後松葉地区(地下1,102mから揚水: 88ℓ/分, 泉温27.5℃, ナトリウム・カルシウム塩化物泉), 小野市下来住町(桑溪温泉: 含鉄塩化物泉), 小野市黍田町(太古の湯: 地下1,300mより揚水, 183ℓ/分, 給湯口泉温26℃, ナトリウム・カルシウム塩化物泉)の所在が知られている。前二者は温泉施設として浴用に供され、太古の湯では温泉スタンドとして一般市民に無料で開放している。



第13.1図 加古川流域図
 国土庁土地局国土調査課(1995)に基づき作成。



第13.2図 東播磨地域における地下水位分布図
 ① 昭和38年(兵庫県, 1980)を簡略化
 ② 昭和58年(兵庫県, 1984)を簡略化

文 献

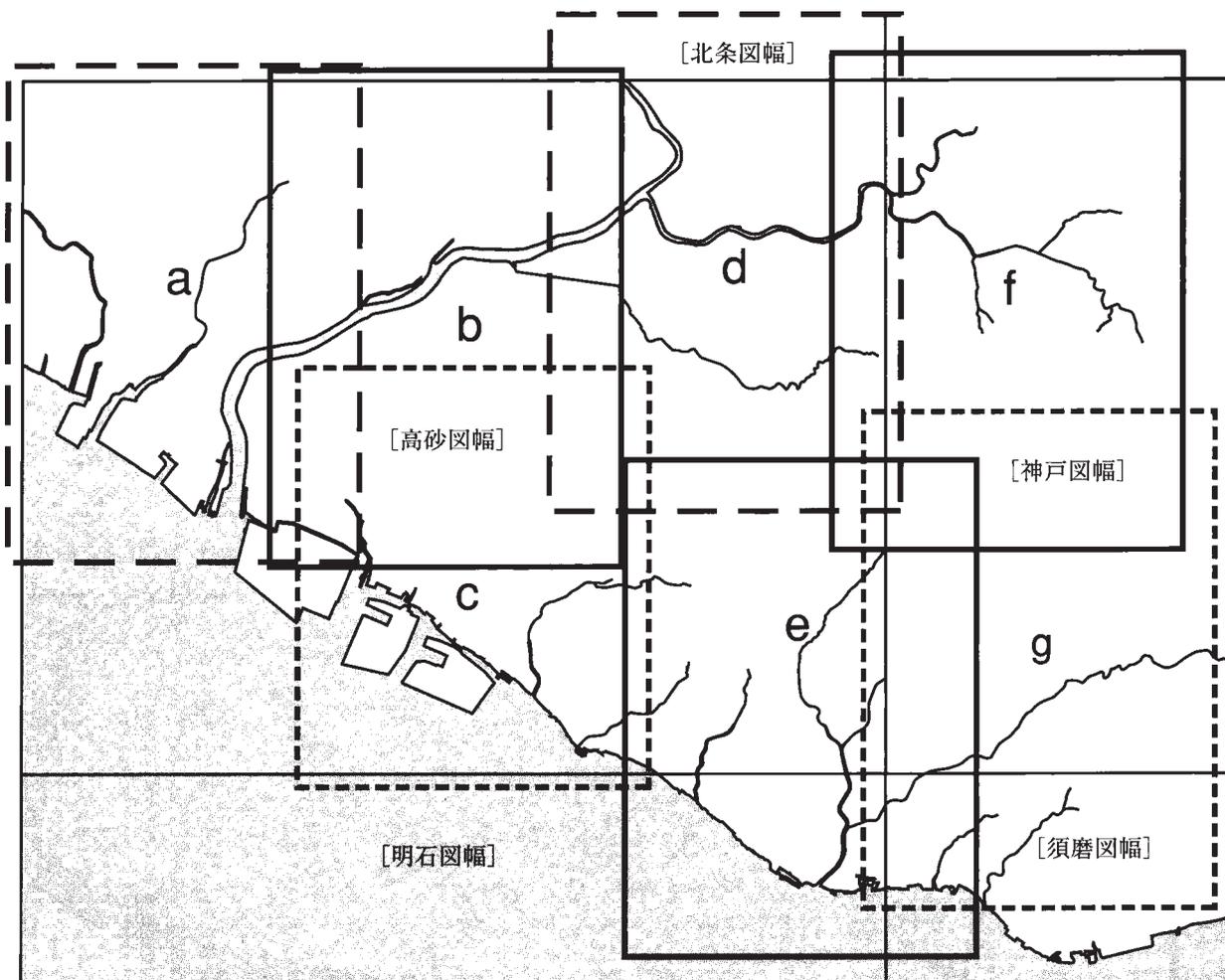
- 明石市編 (1998) 明石の活断層調査報告書. 明石市, 35p.
- 明石市企画調整部企画調整室企画課 (2001) 明石沿岸海底音波探査報告. 明石市, 12p (付図5).
- 明石市史編さん委員会 (1999) 明石市史, 現在編1. 明石市, 785p.
- 安藤保二 (1953) 舞子・高塚山貝化石. 兵庫生物 vol. 2, p. 141-144.
- 安藤保二 (1956) 多井畑貝化石層の再出現 (予報). 兵庫生物, no. 3, p. 1-2.
- 安藤保二 (1957) 神戸市多井畑貝化石層について. 地質雑, vol. 63, p. 448.
- 安藤保二 (1965) 神戸西部貝化石. 地学研究特集号, p. 206-214.
- 地下水要覧編集委員会編 (1988) 地下水要覧, 山海堂, 1069 p.
- 地質調査所 (1964) 東播地区地下構造調査報告書. 101p.
- 土木学会・本州四国連絡橋技術調査委員会 (1965) 本州四国連絡橋技術調査 第1次報告書.
- 福井謙三 (1981) 山崎断層系の変位地形. 地理学評論, vol. 54, p. 196-213.
- 福田 理・安藤保二 (1951) 高塚山貝層. 地質雑, vol. 57, p. 415.
- 藤田 崇 (1983) 北神地域の地すべりの特性. 日本応用地質学会シンポジウム及び研究発表会予稿集1983, p. 79-82.
- 藤田 崇・RAGHAVAN Venkadish・升本真二・塩野清治・弘原海 清 (1995) GISによる神戸層群の地すべり特性の解析. 環境地質学シンポジウム論文集, vol. 5, p. 361-366.
- 古谷正和 (1978) 大阪平野西部の上部更新統. 地質雑, vol. 7, p. 341-358.
- 古谷正和 (1979) 大阪周辺地域におけるウルム氷期以降の森林植生変遷. 第四紀研究, vol. 18, p. 121-141.
- Furutani, M. (1989) Stratigraphical subdivision and pollen zonation of the Middle and Upper Pleistocene in the coastal area of Osaka Bay, Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, vol. 32, p. 91-121.
- 後藤博弥・井上剛一 (1984) 表層地質図「北条」及び同説明書. 土地分類基本調査「北条」, 兵庫県, p. 35-49.
- 後藤博弥・井上剛一 (1989) II表層地質図及び同説明書. 土地分類基本調査「高砂」(5万分の1), p. 57-73, 兵庫県.
- 後藤博弥 (1983) 表層地質図「須磨・明石・洲本」及び同説明書. 土地分類基本調査「須磨・明石・洲本」, 兵庫県, p. 31-42.
- 後藤博弥・井上剛一・田中真吾・成瀬敏郎・門野行雄・東順三・古池末之 (1998) 地質・地形・土壌. 姫路市史 第7巻上 資料編 自然7, p. 34-276, 姫路市.
- 春成秀爾編 (1987) 明石市西八木海岸の発掘調査. 国立歴史民俗博物館研究報告, vol. 13, 304p.
- 筈本 格・前田保夫 (1989) 神戸の地層を読む2—神戸・200万年の自然史—. 神戸の自然17, 神戸市立教育研究所, 132p, 神戸.
- 筈本 格・佐藤裕司・加藤茂弘 (1995) 兵庫県播磨地方東部における第四系露頭, 人と自然. no. 6, p. 171-196.
- 林田精郎 (1991) 神戸層群と和泉層群の泥質岩の耐久性について. 地球環境と応用地質・日本応用地質学会関西支部創立20周年記念論文集, p. 221-230.
- 平野昌繁 (1973) 加古川中流部の明美面を切る山崎断層の延長部における水平変位速度の推定. 大阪市立大学文学部紀要 (人文研究) vol. 25, p. 1099-1108.
- 廣田清治・佐々木一郎・谷岡健則 (1987) 神戸層群の地すべりと地形, 地質の関係 (兵庫南部地区・吉川町). 島根大学地質学研究報告・大久保雅弘教授退官記念論誌集, no. 6, p. 119-130.
- 堀 治三郎 (1976) 神戸層群産植物化石—後期中新世神戸層群の研究—. 日本地学会館刊行, 293p.
- 堀 治三郎 (1983) 神戸の植物化石. 神戸新聞出版センター, 206p.
- Huzita, K. (1962) Tectonic development of the Median Zone (Setouti) of Southwest Japan, since the Miocene. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, vol. 6, p. 103-114.
- 藤田和夫 (1968) 六甲変動, その発生前後—西南日本の交差構造と第四紀地殻変動—. 第四紀研究, vol. 7, p. 248-260.
- 藤田和夫編 (1974) 50万分の1第四紀地殻変動図「近畿」. 構造図, no. 3, 地質調査所.
- 藤田和夫 (1976) 日本の山地形成論. 加藤泰安・中尾佐助・梅棹忠夫編: 今西錦司博士古稀記念論文集. 山岳・森林・生態学, 中央公論社, p. 85-140.
- 藤田和夫 (1983) 日本の山地形成論. 蒼樹書房, 466p.
- 藤田和夫・笠間太郎 (1971) 六甲山地とその周辺の地質—5万分の1神戸市及び隣接地域地質及び説明書. 神戸市企画局, 58p.
- 藤田和夫・笠間太郎 (1982) 大阪西北部地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 112p.
- 藤田和夫・笠間太郎 (1983) 神戸地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 115p.
- Huzita, K., Kasama, T., Hirano, M., Shinoda, T. and Tanaka, M. (1971) Geology and geomorphology of the Rokko Area, Kinki district, Japan with special reference to Quaternary tectonics. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*

- vol. 14, p. 71-124.
- 藤田和夫・前田保夫(1984)須磨地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 101p.
- 兵庫県(1970)林野土壤調査報告書一竜野・姫路・北条・高砂一。54p.
- 兵庫県地域活断層調査委員会(1999)平成10年度山崎断層帯に関する調査成果報告書(概要版)。兵庫県, 38p.
- 兵庫県建築士会加古川支部記念誌編集委員会(1985)(社)兵庫県建築士会加古川支部設立30周年記念誌。(社)兵庫県建築士会加古川支部, 127p.
- 居川信之・市原実(1993)9 播磨盆地とくに明石地域を中心として一。市原実(編), 大阪層群, p. 110-126, 創元社, 大阪。
- 稻見悦治(1973)兵庫県内地域誌 II 播磨。青野壽郎・尾留川正平編, 日本地質誌14 京都府・兵庫県, p. 454-510, 二宮書店。
- 石田陽博・西浦秀一(1975)第三紀層神戸層群における農地地すべりに関する研究, 第1報, 神戸市西畑地すべり地区における地形と土地利用区分の特性について。地すべり, vol. 12, p. 17-23.
- 石田陽博・今井寿夫・安部章正・塔本晋也(1976)第三紀層神戸層群における農地地すべりに関する研究, 第2報, 神戸市西簾地すべり地区における地形と土地利用区分の特性について。地すべり, vol. 13, p. 33-39.
- 石田陽博・川原敏宏・楯幸行(1977)第三紀層神戸層群における農地地すべりに関する研究, 第3報, 神戸市善入沢田池集水域における地形と土地利用区分の特性について。地すべり, vol. 14, p. 15-21.
- Ishida, Y., Ozaki, E. and Sakane, I. (1985) Studies on landslides of agricultural land in Kobe Group, Tertiary deposit, part 5. Jisuberi (landslide), vol. 22, p. 7-14.
- 池辺展生(1959)近畿における旧象化石の分布。第四紀研究, vol. 1, p. 109-118.
- 池辺展生編(1961)17万分の1兵庫県地質産図及び説明書。兵庫県, 171p.
- 市原実(1960)大阪, 明石地域の第四紀層に関する諸問題。地球科学, vol. 49, p. 14-25.
- 市原実(1993)大阪層群の層序学的研究のまとめ。市原実(編), 大阪層群, p. 305-310, 創元社, 大阪。
- 市原実編(1993)大阪層群。創元社, 340p.
- 市原実・稲田卓史(1987)西八木海岸の地質。国立歴史民俗博物館研究報告・明石市西八木海岸の発掘調査, vol. 13, p. 45-54.
- 市原実・小黒讓司(1958)明石層群・播磨層群について。地球科学, vol. 40, p. 13-20.
- 市原実・小黒讓司・衣笠博明(1960)明石層群, 播磨層群について(その2)。地質雑, vol. 66, p. 605-615.
- 糸魚川淳二(1969)瀬戸内東部地域中新統の貝化石群集。化石, no. 17, p. 50-55.
- 糸魚川淳二(1983)瀬戸内海東部沿岸地域の中新世軟体動物群集。瑞浪市化石博物館研究報告, no. 10, p. 29-39.
- 糸魚川淳二・柴田博(1993)瀬戸内区の中新世古地理(改訂版)。瑞浪市化石博物館研究報告, no. 19, p. 1-12.
- 海上保安庁(1988)「播磨灘北部」海底地形図。沿岸の海の基本図(5万分の1)第6384号1。
- 海上保安庁(1997)「明石海峡」海底地形図。沿岸の海の基本図(5万分の1)第6383号3
- 海上保安庁水路部(1995)海底地質構造図「明石海峡及大阪湾」1:100,000。
- 関西地盤情報活用協議会地盤研究委員会編(1998)「新関西地盤—神戸および阪神間—」。関西地盤情報活用協議会, 270p.
- 加藤靖郎・横山俊治(1992)神戸層群地域金会地すべり地末端にみられる構造(演旨)。日本地質学会第99年学術大会講演要旨, p. 528.
- 加藤茂弘・佐藤裕司・松原尚志・兵頭政幸・檀原徹(1999)六甲山地西麓に分布する高塚山火山灰層のフィッシュン・トラック年代とその対比。第四紀研究, vol. 38, p. 411-416.
- 加藤茂弘・堀内誠示・佐藤裕司・松原尚志・古谷裕(2000)播磨平野東部に分布する明美累層, 高塚山部層の石灰質ナンノ化石。人と自然, no. 11, p. 61-67.
- 活断層研究会編(1980)日本の活断層—分布図と資料。東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会編(1991)新編日本の活断層—分布図と資料。東京大学出版会, 437p.
- 河名俊男(1973)兵庫県加古川中下流域の段丘地形。第四紀研究, vol. 12, p. 38-48.
- 経済企画庁総合開発国土調査課(1964)全国地下水(深井戸)資料台帳 近畿編。923p.
- 建設省国土地理院(1997)沿岸海域基礎調査報告書(明石・淡路島西部地区)。国土地理院技術資料D. 3-No. 68, 161p.
- 木村一成(2002)神戸層群白川累層中の普通輝石を含む苦鉄質凝灰岩の発見。地球科学, vol. 56, p. 289-294.
- 近畿農政局・東播用水農業水利事業所・サンスイコンサルタント(株)編(1993)東播用水事業誌。659p.
- 金原啓司(1992)日本の温泉・鉱泉分布図及び一覽。地質調査所, 394p.
- 岸田孝蔵・弘原海清(1967)姫路酸性岩類の層序—近畿の後期中生代火成岩類の研究(I)一。柴田秀賢教授退官記念論文集, p. 241-255.
- 岸田孝蔵(1966)兵庫県西南部地域水理地質図及び説明書。地質調査所, 34p.
- 岸本兆方(1987)1984年5月30日山崎断層の地震(M5.6)。地震予知研究シンポジウム(1987)—近年の地震についての研究成果—, p. 101-107.
- 岸本直文(2001)本編I 第二章 小野のあけぼの。小野市

- 史編纂専門委員会編, 小野市史第1巻, p. 83-190, 小野市.
- 神戸の自然研究グループ(1988)アカシ象の発掘記. 神戸の自然, no. 19, 神戸市立教育研究所, 98p.
- 国土庁土地局国土調査課(1975)近畿圏地下水(深井戸)資料台帳. 1233p.
- 国土庁土地局国土調査課(1982)全国地下水(深井戸)資料台帳 近畿編. 456p.
- 国土庁土地局国土調査課(1995)播磨地域主要水系調査書及び利水現況図(揖保川・加古川). 196p.
- 国土交通省土地水資源局国土調査課(2001)全国地下水(深井戸)資料台帳近畿編.(福井県・大阪府・兵庫県・和歌山県). 662p.
- 小村良二(1973)象化石の発見—兵庫県東播丘陵—. 地質ニュース, no. 228, p. 24-29.
- Maeda, Y. (1976) Palynological study of the forest history in the coastal area of Osaka bay since 14,000 BP. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, vol. 20, p. 59-92.
- 前田保夫・齋本 格(1983)神戸の地層を読む(1)—神戸市研究学園都市の自然史—. 神戸の自然, no. 2, 神戸市立教育研究所, 115p, 神戸市.
- 米阪紀雄・山本順一(1999)下部漸新統の神戸層群植物化石. 地学研究, vol. 48, p. 31-54.
- 町田 洋(2001)段丘編年の基準となる第四紀テフロクロロジー. 小池一之・町田 洋編, 日本の海成段丘アトラス, p. 3-9, 東京大学出版.
- Makiyama, J. (1923) Some Pliocene Mollusks from Maoko, near Kobe. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 2, p. 19-26.
- 増田富士雄・宮原伐折羅・広津淳司・入月俊明・岩淵 洋・吉川周作(2000)神戸沖海底コアから推定した完新世の大阪湾の海況変動. 地質雑, vol. 106, p. 482-488.
- 松尾裕司(1987)神戸層群の化石を掘る(神戸の自然16). 神戸市立教育研究所, 138p.
- 松浦浩久・栗本史雄・寒川 旭・豊 遥秋(1995)広根地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 110p.
- 三木幸蔵・古谷正和・上出定幸・坪田邦治・橋本 信(1987)地質構成・構造の概要・土質工学会関西支部・関西地質調査業協会共編, 新盤大阪地盤図, コロナ社, p. 12-16.
- Miki, S. (1937) Plant fossils from the Stegodon Beds and the Elephas Beds near Akashi. *Jap. Jour. Botany*, vol. 8, p. 304-341.
- 湊 秀雄・難波治彦(1986)神戸層群の沸石凝灰岩中の斜ブチロル沸石の鉱物学的特性, その熱的特性(演旨). 日本鉱物学会講演要旨集1986, p. 48.
- 湊 秀雄・徳山 明・那賀島彰一(1983)神戸層群 有野累層および吉川累層中にみられる沸石凝灰岩の産状とその地質学的・鉱物学的研究(演旨). 岩石鉱物鉱床学会誌, vol. 78, p. 143-143.
- Mitamura M., Matsuyama N., Nakagawa K., Yamamoto K., and Suwa S. (1994) Stratigraphy and Subsurface Structure of Holocene Deposits around Uemachi Upland in the Central Plain. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, vol. 37, p. 183-212.
- 宮津時夫・松尾裕司(1996)神戸層群の植物化石層. 地学研究, vol. 45, p. 3-10.
- 宮津時夫・松尾裕司(1997)神戸層群の凝灰岩層(白川地域). 地学研究, vol. 46, p. 9-16.
- 水野清秀・服部 仁・寒川 旭・高橋 浩(1990)明石地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 90p.
- 茂木 透・西村 進・見野和夫・貞広太郎(1985)近畿地方北西部地域の活断層(1)—山崎断層東方延長地域—. 地震, vol. 38, p. 55-66.
- 百原 新・南木睦彦・粉川昭平(1987)西八木層の大型植物化石群集. 国立歴史民俗博物館研究報告・明石市西八木海岸の発掘調査, vol. 13, p. 116-124.
- 中川 渉・服部康浩・平田啓一(1992)神戸層群分布地域における地すべりの特徴とすべり面のセン断強度定数について. 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, 1992, p. 1-4.
- 成瀬敏郎(1998)地形 3) 姫路平野の構成層—4) 海岸地形. 姫路市史第7巻上 資料編 自然7, p. 158-194, 姫路市.
- 成瀬敏郎・小野間正己・村上良典(1986)瀬戸内海, 播磨灘沿岸における完新世後期の海水準変化に関する資料. 瀬戸内海地域における完新世海水準変動と地形変化・文部省科学研究費補助金(一般研究A)研究成果報告書(昭和58・59・60年度)課題番号58420052, p. 60-70.
- 那須孝悌(1970)大阪層群上部の花粉化石について—堺港のボーリングコアを試料として—. 地球科学, vol. 24, p. 25-34.
- 西垣好彦・佐伯康二(1984)明石海峡大橋地質調査の概要. 地質ニュース, no. 360, p. 6-18.
- 西村年晴(1991)神戸層群産凝灰岩の重鉱物組成. 兵庫教育大学研究紀要, vol. 11, p. 49-59.
- 西村 進・茂木 透・見野和夫・山田 治(1985)近畿地方北西部地域の活断層(2)—三田市西部での最終活動—. 地震, vol. 38, p. 243-249.
- 野田英明(1971)海岸過程. 水工学に関する夏期研究会講義週B, p. 5-13~5-14.
- 野田睦夫(1984)淡路島常盤・中持の神戸層群. 兵庫地学, no. 31-32, p. 7-12.
- 小島信夫(1983)神戸層群の植物化石. 5万分の1地質図幅「神戸」及び同説明書, 藤田和夫・笠間太郎, 地質調査所, p. 24-32.
- 岡 義記・寒川 旭(1981)東部瀬戸内堆積区の形成と淡路島の隆起. 地学雑, vol. 90, p. 393-409.

- 岡田篤正・高橋健一 (1969) 由良川の大規模な流路変更. 地学雑, vol. 78, p. 19-37.
- 岡田篤正・東郷正美編 (2000) 近畿の活断層. 東京大学出版会, 東京, 395p.
- 岡田篤正・安藤雅孝・佃 為成 (1987) 山崎断層系安富断層のトレンチ調査. 地学雑誌, vol. 96, p. 81-97.
- 小野間正己 (1985) 加古川中流域の丘陵・段丘の形成過程. 地域をめぐる自然と人間の接点. 細井淳志郎先生退官記念論文集出版事業会編, p. 68-79.
- 大賀吉祐 (1964) 神戸層群, 白川層群中に見られる生態を保存する化石について. 地学研究, vol. 15, p. 142-145.
- 大井信三・丹羽俊二 (1995) 播磨灘北部の海底地形と地質. TAGS, no. 7, p. 11-20.
- 尾崎正紀 (1992) 日本における古第三紀植物群の変遷と古気候変化. 地調月報, vol. 43, p. 69-85.
- 尾崎正紀・栗本史雄・原山 智 (1995) 北条地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 101p.
- 尾崎正紀・松浦浩久 (1988) 三田地域の地質. 地域地質研究報告書 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 93p.
- 尾崎正紀・松浦浩久・佐藤喜男 (1996) 神戸層群の地質年代. 地質雑, vol. 102, p. 73-83.
- Prothero, D. R. (1994) The Eocene-Oligocene transition : paradise lost (Critical Monuments in Paleobiology and Earth History Series). Columbia Univ. Press., New York, 291p.
- 三枝春生・松原尚志 (1999) 神戸層群より産出したサイ上科化石について (予報) (演旨). 日本古生物学会例会講演予稿集 148, p. 22.
- 佐野正人・中村静也・福岡敏夫 (1996) 2.4.2 東播地域. 兵庫の地質 兵庫県地質図解説書—土木地質編—. 兵庫県土木部, p. 75-76.
- 佐藤喜男・水野清秀 (1990) 淡路島岩屋累層産具化石群の再検討. 日本古生物学会第 139 回例会予稿集, p. 16.
- 佐藤裕司・齋本 格・ング チンケン・松浦 康・前田保夫 (1997) 兵庫県における中部更新統・高塚山層 (神戸市垂水区) の堆積環境. 人と自然. no. 8, p. 53-62.
- 阪本龍馬・岩田英明・竹村厚司・西村年晴 (1998) 兵庫県加東郡東条町南西部における古第三系神戸層群の岩相層序 (演旨). 日本地質学会第 105 年学術大会講演要旨, p. 37.
- 鹿間時夫 (1936) 明石層群に就いて. 地質雑, vol. 43, p. 565-589.
- 鹿間時夫 (1938) 神戸層群と其の植物群. 地質雑, vol. 45, p. 621-640.
- 島倉巳三郎 (1959) 本邦新生代層の花粉層序学的研究 III 神戸層群及び明石層群. 奈良学芸大学紀要, 自然科学, vol. 8, p. 65-77.
- 鈴木正男 (1987) 明石海岸における火山灰層のフィッシュントラック年代. 国立歴史民俗博物館研究報告・明石市西八木海岸の発掘調査, vol. 13, p. 191-200.
- 鈴木正男 (1988) 第四紀火山灰層のフィッシュントラック年代について. 地質学論集, no. 30, p. 219-221.
- 鈴木三男・能城修一 (1987) 西八木層出土木材の樹種. 国立歴史民俗博物館研究報告・明石市西八木海岸の発掘調査, vol. 13, p. 125-134.
- 田井昭子 (1966) 大阪市におけるボーリング (OD-1) コアの花粉分析 (その 1 ; その 2) —近畿地方の新时期新生代層の研究—. 地球科学, vol. 83, p. 25-33; vol. 84, p. 31-38.
- 田井昭子 (1970) 千里山丘陵の大阪層群下部の花粉分析—近畿地方の新时期新生代層の研究その 16—. 地球科学, vol. 24, p. 171-181.
- Tai, A., (1973) A study on the pollen stratigraphy of the Osaka Group, Plio-Pleistocene deposits in the Osaka Basin. *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ.*, Ser. B, vol. 34, p. 123-165.
- Tai, Y. (1959) Miocene microbiostratigraphy of west Honshu, Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, ser. C, no. 2, p. 265-395.
- 高橋 浩・寒川 旭・水野清秀・服部 仁 (1992) 洲本地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 107 p.
- 棚井敏雅 (1992) 東アジアにおける第三紀森林植生の変遷. 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 19, p. 125-163.
- 田中眞悟 (1973) III 自然 1. 地形. 青野壽郎・尾留川正平編, 日本地質誌 14 京都府・兵庫県, p. 257-267, 二宮書店.
- 田中眞悟 (1989a) 加古川付近の地形と地質. 加古川市史編纂委員会編, 加古川市史第 1 巻, p. 1-102, 加古川市.
- 田中眞吾 (1989b) 兵庫県「いなみの」台地と日射量変動曲線. 地形, vol. 10, p. 135-146.
- 田中眞吾 (1992) いなみの台地の地形とミランコヴィッチサイクル. 安成哲三・柏谷健二編, 地球環境変動とミランコヴィッチサイクル, 古今書院.
- 田中眞悟編 (1994) 播磨の地理 自然編 空と海と大地. のじぎく文庫, 251p.
- 田中眞悟 (1996) 加古川のボーリング資料. 加古川市史編纂委員会編, 加古川市史第 4 巻, p. 51-64, 加古川市.
- 田中最悟 (1998) 地形 2) 地形誌. 姫路市史 第 7 巻上 資料編自然 7, p. 135-158, 姫路市.
- 田中眞悟・後藤博彌 (1998) 加古川市の地形・地質 加古川市のボーリング資料. 加古川市史第 4 巻.
- 田中眞悟・中島和一編 (1998) ひょうごの地形・地質・自然 景観 失われつつある貴重な自然: レッドデータ. 神戸新聞出版総合センター, 190p.
- 田中眞吾・野村亮太郎 (1984) I 地形分類図及び同説明書. 土地分類基本調査「北条」(5 万分の 1), p. 13-33, 兵庫県.

- 田中眞吾・野村亮太郎・井上 茂 (1989) I 地形分類図及び同説明書. 土地分類基本調査「高砂」(5万分の1), p. 13-56, 兵庫県.
- 谷 保孝・中川 渉 (2001) 古第三紀凝灰岩層の識別における記載岩石学的検討の有効性—兵庫県三田盆地に分布する異なった2層準の神戸層群凝灰岩層での例—. 地球科学, vol. 55, p. 157-171.
- 樽野博幸 (1988) 近畿地方産ナウマンゾウ化石について. 大阪自然史博物館研究報告, no. 33, p. 97-106.
- 寺林 峻・中村真一郎 (1998) 播磨国風土記を歩く. 神戸新聞総合出版センター, 143p.
- 東木龍七 (1929) 河岸段丘の非対称的配置と其の成因 (一). 地理学評論, vol. 6, p. 422-458.
- 徳永重元 (1963) 日本の新第三系と化石花粉群. 化石, vol. 5, p. 78-86.
- 徳永重元・大嶋秀明・興津昌宏・堀内誠示・衣笠善博・水野清秀 (2001) 神戸・淡路島深層ボーリングの微化石層序. 日本花粉学会第42回大会講演要旨, p. 14.
- 坪香 伸・宇多高明・谷 宗彦・大杉広徳・伊藤弘之 (1992) 東播海岸の西島地区における礫養浜の追跡調査. 海岸工学論文集, vol. 39, p. 361-365.
- 辻 誠一郎 (1987) 西八木層の花粉化石群集. 国立歴史民俗博物館研究報告・明石市西八木海岸の発掘調査, vol. 13, p. 135-142.
- 通商産業省生活産業局・地質調査所 (1993) 砕石資源調査報告書—近畿地域砕石資源調査報告その2— (平成4年度). p. 19-21.
- 宇多高明 (1998) 日本の海岸侵食. 山海堂, 442p.
- 上治寅次郎 (1935) 神戸市須磨区多井畑化石層 (雑報). 地球, vol. 23, p. 79-80.
- 上治寅次郎 (1936a) 兵庫県有馬町西南第三紀層の構造. 地球, vol. 25, p. 1-11.
- 上治寅次郎 (1936b) 神戸市北西丸山衝上断層に就いて. vol. 25, p. 77-84.
- 上治寅次郎 (1937) 六甲山塊の地質と構造 (付図・六甲山塊地質図). 地学雑誌, vol. 49, p. 481-497.
- 植村和彦 (1999) 神戸層群産植物群の研究史私見. 地学研究, vol. 48, p. 55-64.
- 弘原海 清 (1987) 2.5内帯の白亜紀-古第三紀の火成岩類. (5) 山陽帯の火山岩類. 3. 姫路-相生地域, 日本の地質6 近畿地方, 共立出版, p. 54-56.
- 弘原海 清・ギェム ヴ・カイ (Nghiem Vu Kahi) (1994) 神戸層群凝灰岩のジルコン・フィッシュョントラック年代. フィッシュョン・トラックニュースレター, no. 7, p. 38-39.
- 八木浩司 (1983a) 播磨港北東岸地域における段丘面の時代対比. 地理学評論, vol. 56, p. 324-344.
- 八木浩司 (1983b) 加古川中流域の第四紀地殻変動. 東北地理, vol. 35, p. 72-80.
- 八木浩司 (1987b) 明石海岸の地形学的検討. 国立歴史民俗博物館研究報告・明石市西八木海岸の発掘調査, vol. 13, no. 103-115.
- 八木浩司 (2001) 高砂図幅 (CD内での説明). 小池一之・町田 洋編, 日本の海成段丘アトラス, 105p. (高砂図幅の段丘については, 付属CD内で説明)
- 山本順一・米坂紀男 (1999) 白川累層上部の植物化石とその産状から推定する古環境. 地学研究, vol. 48, p. 65-88.
- 山元孝広・栗本史雄・吉岡敏和 (2000) 龍野地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 66p.
- 山本裕雄・栗田裕司・松原尚志 (2000) 兵庫県淡路島北部の第三系岩屋層から産出した始新世石灰質ナンノ・渦鞭毛藻化石とその意義. 地質雑, vol. 106, p. 379-382.
- 山下伝吉 (1893) 20万分の1地質図幅「大阪」及び同説明書. 地質調査所.
- 横山卓雄・松田高明・竹村恵二 (1980) 琵琶湖深層試錐からみた中期更新世. 第四紀研究, vol. 19, p. 185-201.
- 吉田則子 (1980) 兵庫県加古川市以西の丘陵および山地における斜面崩壊. 大阪教育大学地理学教室地理学報, no. 19, p. 1-8.
- 吉川周作・三田村宗樹 (1999) 大阪平野第四系層序と深海底の酸素同位体比層序との対比. 地質雑, vol. 105, p. 332-340.
- 吉川虎雄 (1952) 海岸縦断面の発達. 東大地理学研究, vol. 1, p. 99-113.
- 吉本昌弘 (1982) 第二章 地質と地形環境. 稲美町史編集委員会編, 稲美町史, p. 10-24, 稲美町.



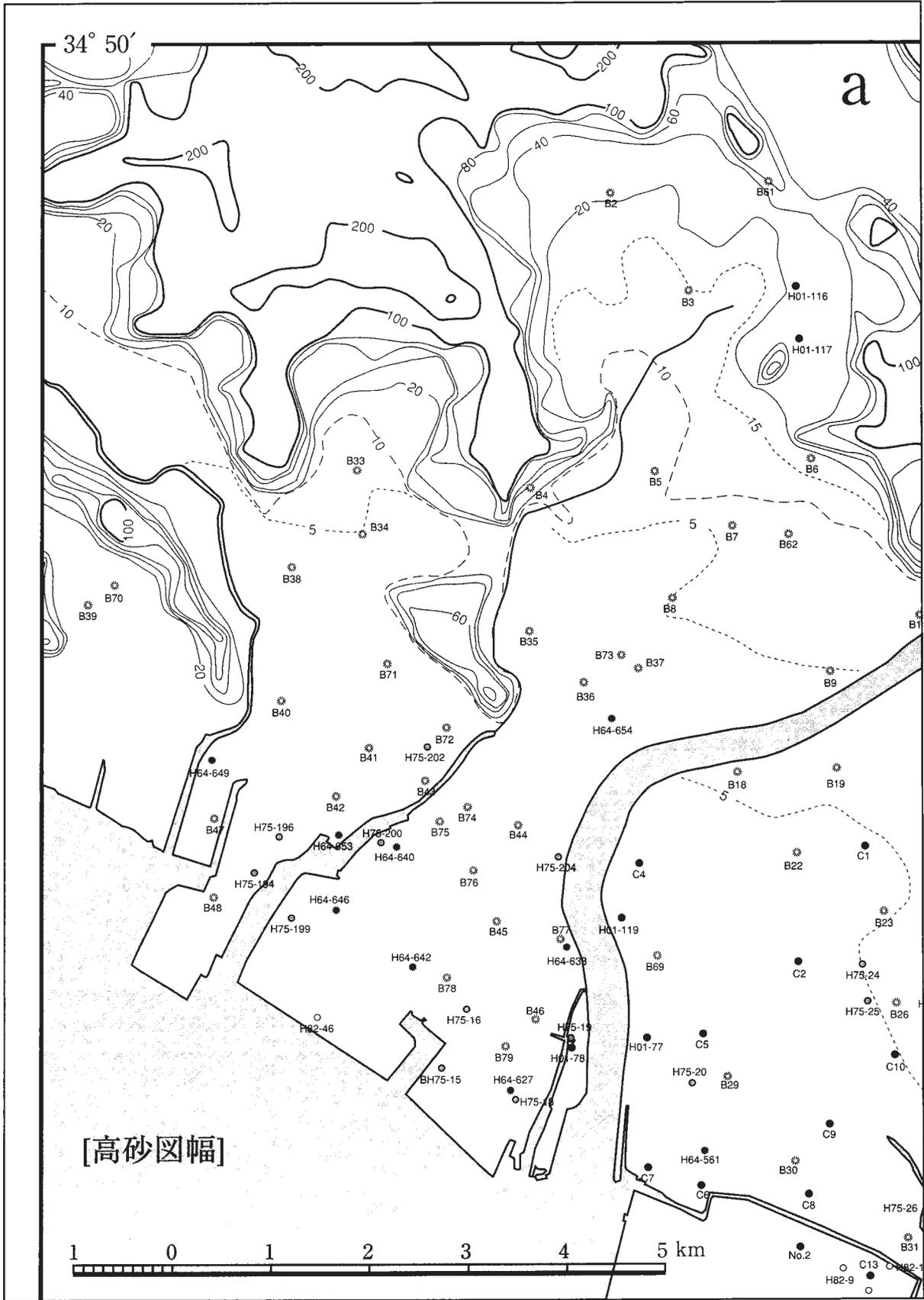
付図 高砂図幅及びその周辺地域の主な露頭及びボーリング位置

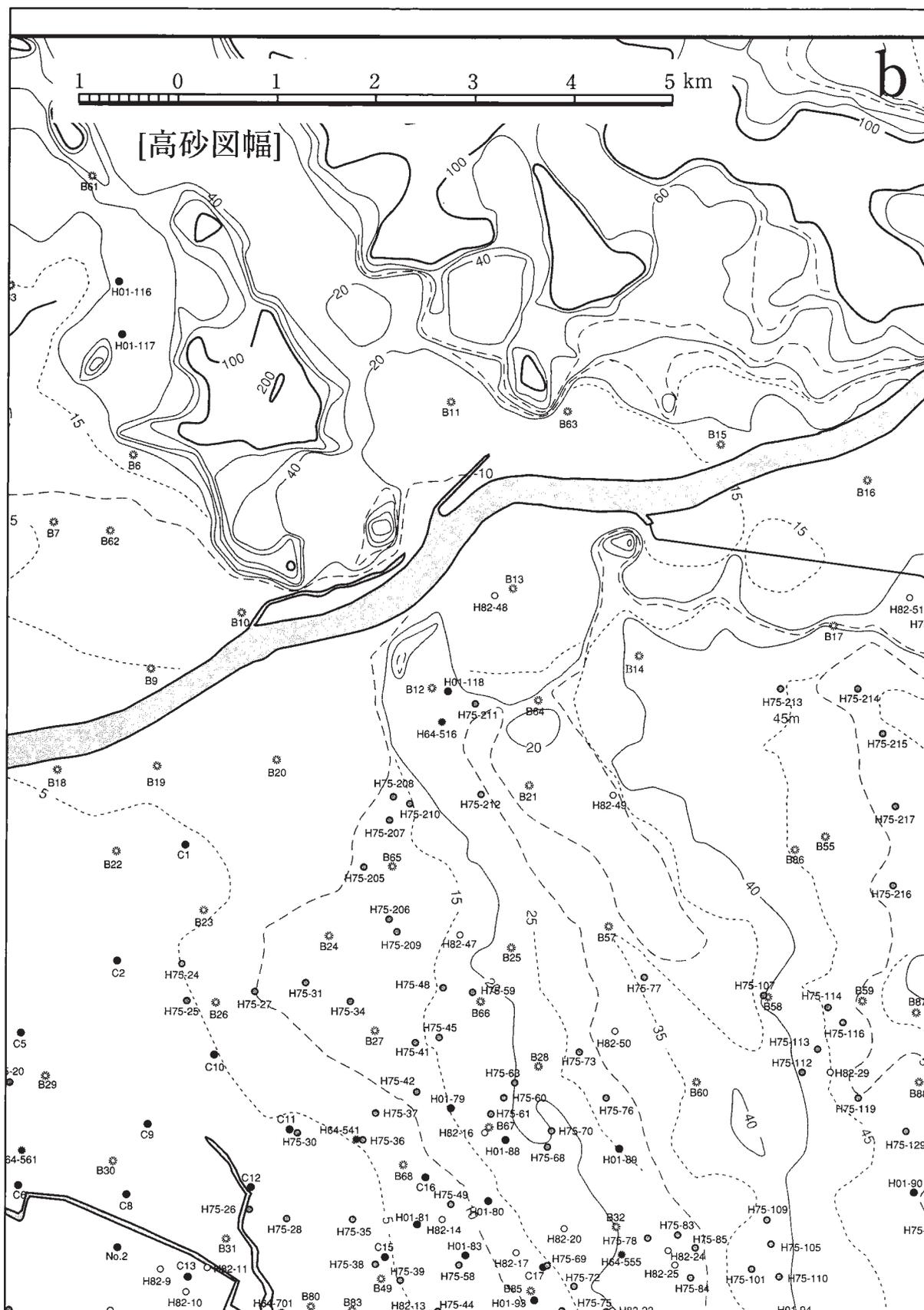
露頭番号は Ta-18 などと記述し、本文で引用したもののみを示す。

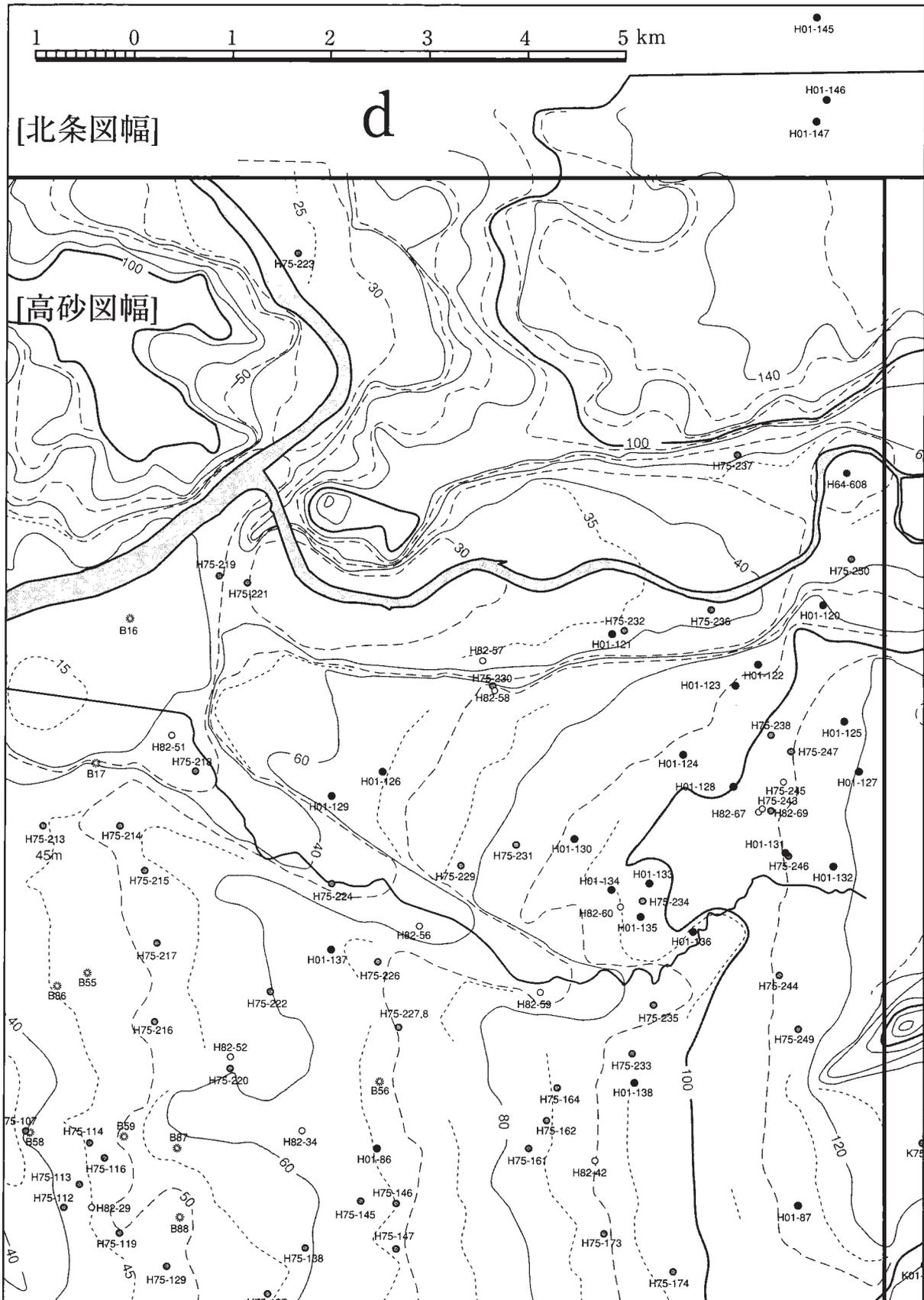
ボーリング記号のうち数字の前の H, K, T, W があるものは、それぞれ 20 万分の 1 地形図「姫路」、「京都」、「徳島」、「和歌山」の範囲にあるボーリング資料を意味する。また、それらのアルファベットのあとの、64-, 75-, 82-, 01- はそれぞれ経済企画庁総合開発国土調査課 (1964)、国土庁土地局国土調査課 (1975)、国土庁土地局国土調査課 (1982)、国土交通省土地水源局国土調査課 (2001) のボーリング資料を意味し、その後の数字は個々の資料中のオリジナルな資料番号を示す。なお、ボーリング資料の位置が不確かなものは省略した。

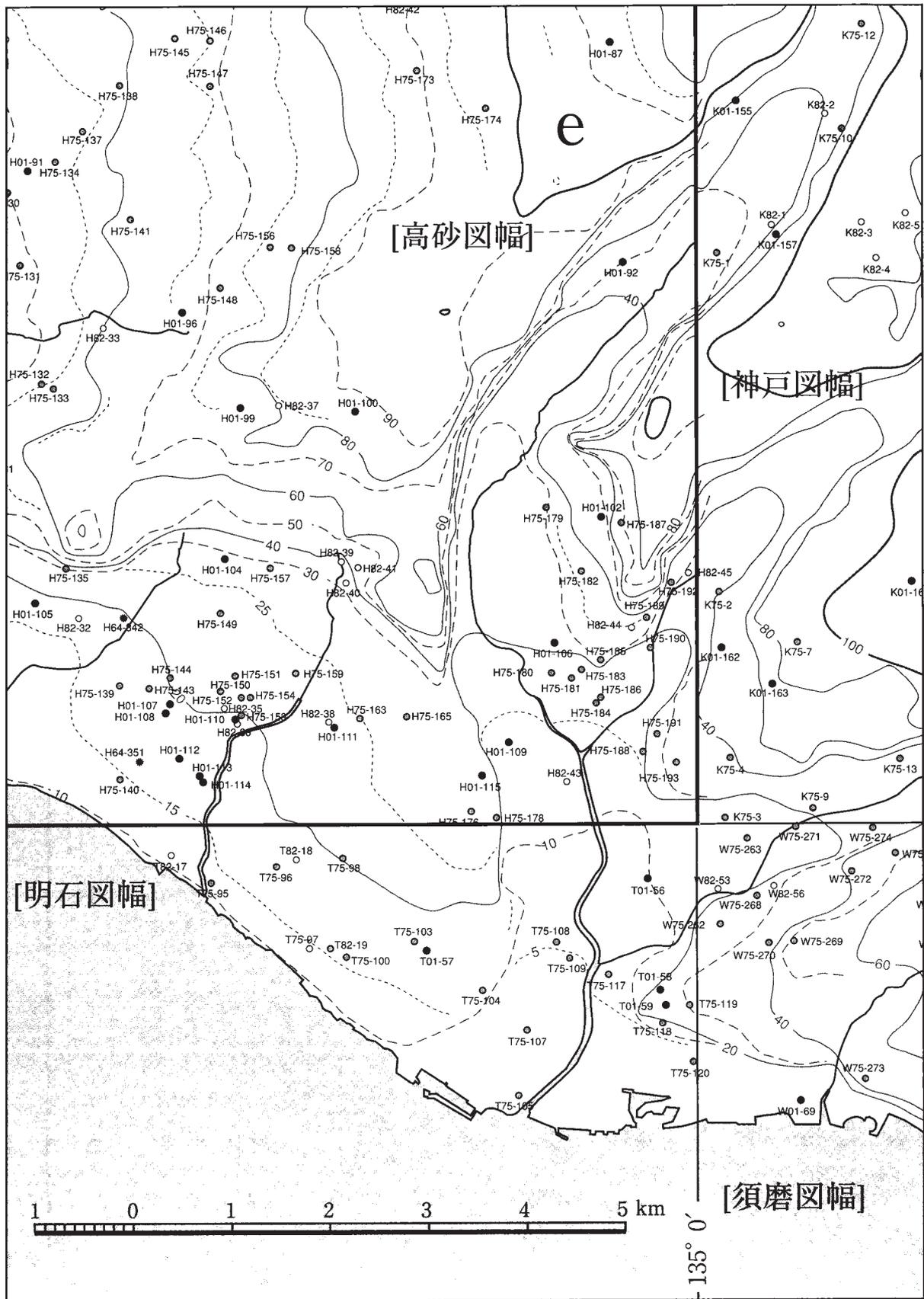
ボーリング記号のうち数字の前の B と C があるものは、兵庫県建築士会加古川支部記念誌編集委員会 (1985) と地質調査所 (1964) によるものを示し、その後の数字は個々の資料での番号を示す。ただし、KE は地質調査所 (1964) による加古川市尾上町池田の地質調査所 200m ボーリングを示し、本報告で花粉分析 (第 7.9 図) を行った試料となったものである。

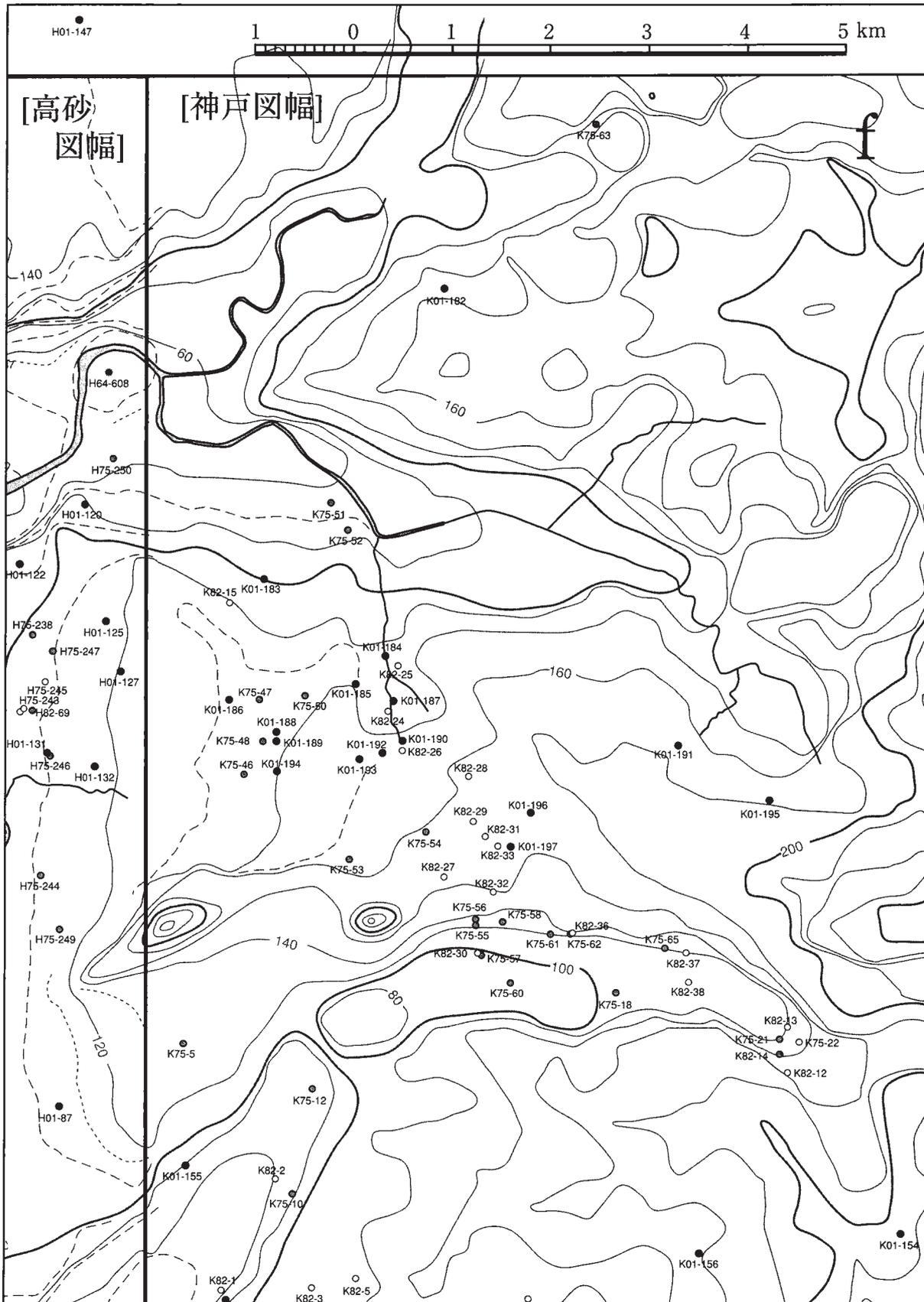
なお、地形図は埋谷面図で、第 1.2 図と同じもの。

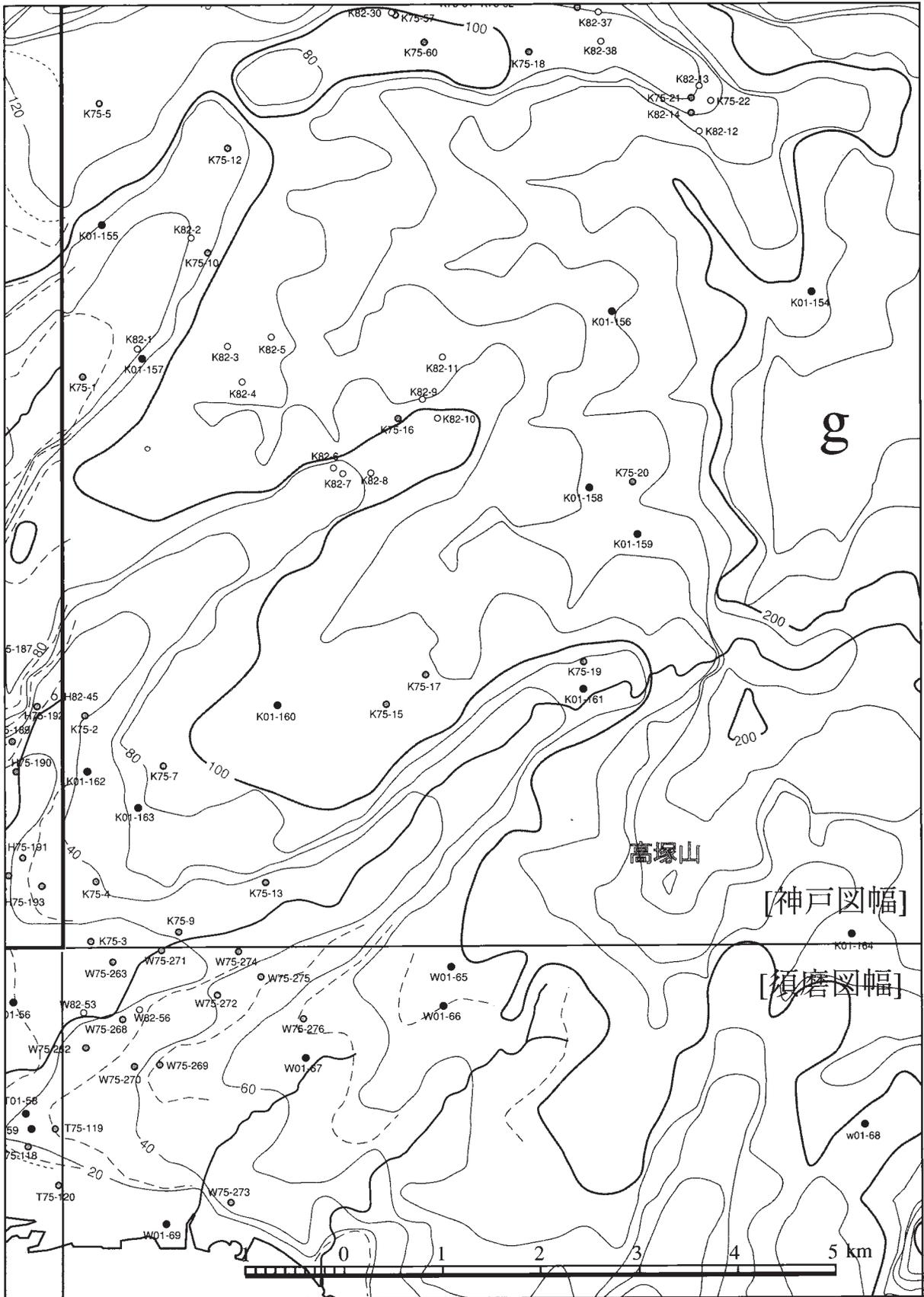












Geology of the Takasago District

By

Masanori OZAKI* and Satoru HARAYAMA**

(Written in 2003)

(ABSTRACT)

The Takasago district, at longitude 134° 45' - 135° 0'E and latitude 34° 40'-34° 50'N, is situated in the central part of Hyogo Prefecture. This district geotectonically belongs to the Inner Zone of Southwest Japan. The northwestern part of this district consists of the Chugoku Sanchi (mountains), whereas the central and southeastern parts are dominated by the Harima Plain. The mountain area reach an altitude of 130 to 300m composed of pre-Cenozoic rocks. The other area is at an altitude of 0 to 150m and subdivided into hills, diluvial uplands, river terraces, and lowland plains. The hills and diluvial uplands comprise the Osaka Group and terrace deposits. A summary of the geologic units and the main geohistorical events of the district is shown in Figure 1.

PRE-CRETACEOUS ROCKS

Rocks of Pre-Cretaceous ages in the district can locate in Tamba Terranes composed of a sedimentary complex. It is exposed in the eastern margin of hilly area. The sedimentary complex is characterized by chaotically mixed rock types, including chert and terrigenous clastic rocks. Lithological and structural features indicate that the complex have been formed by accretionary processes. No fossils have been obtained from this complex. The rocks folded of regional NW-SE trending folds.

LATE CRETACEOUS IGNEOUS ROCKS

Late Cretaceous igneous rocks in the district are divided into the Hoden Formation, the Shikata Granite and other felsic dikes. The Hoden Formation reaches a thickness of 2,500 m in total within the Takasago district. It is composed of rhyolite lava, rhyolitic hyaloclastite, stratified hyaloclastite, rhyolitic pyroclastic rocks (mainly welded vitric tuff), and subordinate stratified tuffaceous siltstone, sandstone and conglomerate. There are many gradations from comparatively coherent, massive rhyolite lava into matrix rich rhyolitic hyaloclastite. Stratified parts (stratified hyaloclastite) are sometimes found in the rhyolitic hyaloclastite, and exhibit reverse or normal grading. These occurrences show the stratified hyaloclastite generated by resedimentation of rhyolitic clasts from the rhyolitic hyaloclastite.

In the northern central part of the district, the Shikata Granite crops out as a small stock, and consists of hornblende-bearing porphyritic biotite granite. Felsic dikes crop out in the northern parts of the mapped district. They intruded into the Hoden Formation and are composed of granite porphyry.

CENOZOIC

The Cenozoic strata in the district are divided into the Kobe Group (Late Eocene to Early Oligocene), Osaka Group (Early to Middle Pleistocene), terrace deposits (latest Middle to Late Pleistocene), and Alluvium (Latest Pleistocene to Holocene).

The Kobe Group is mainly distributed in the Sanda Basin and western part of Kobe City. The group, which is more than 800m thick, is composed of successions of sandstone, mudstone, and conglomerate with some intercalations of thin lignite and rhyolitic tuff layers. The Kobe Group is divided into the Sanda, Yokawa and Hosokawa Formations in ascending order in the Sanda Basin. The Hosokawa Formation is exposed in the northwestern part of the mapped area. The formation in the area comprises thick cobble-boulder conglomerate and rhyolitic tuff layers.

* Institute of Geoscience

** Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University

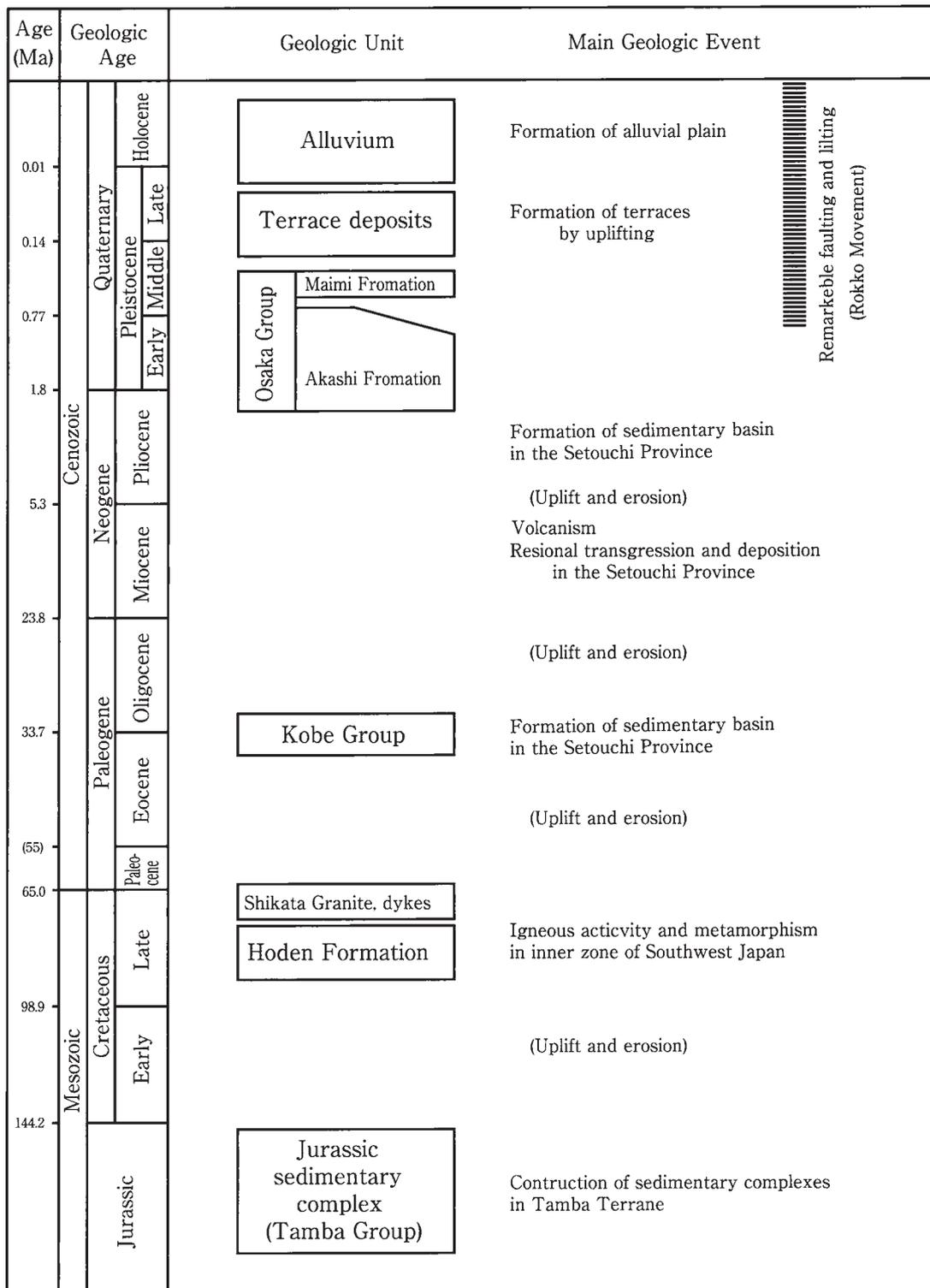


Fig. 1 Summary of the geology of the Takasago District

The Osaka Group crops out the central and eastern parts of the mapped district. The Group can be divided into the Akashi (less than 300m thick) and Meimi Formations (less than 50m thick). The Akashi Formation is unconformably overlain by the Meimi Formation. These Formations are composed of pebble gravel, sand and silt. The group tends to thicken abruptly towards southwest reflecting the successive subsidence of the Eastern part of the Harima Plain.

The terrace deposits are divided into the Meimi Terrace deposits and Nishiyagi Formation. They are composed of gravel, sand, silt, and clay. The Meimi terrace deposits are subdivided into the following 6 terrace deposits; m1a, m1b, m1c, m2a, m2b, m2c in

ascending order, and have formed the Inamino Plateau. The depositional surface of the Meimi Formation contains M1a surface. The Nishiyagi Formation is divided into 1,2,3 are distributed along the rivers and coast. The lower terrace deposits are covered by alluvium in this district.

The Alluvium is deposited broadly along rivers and contains river bed and flood plain deposits. Talus deposits are mainly distributed along the basal slope of the mountains. Fan deposits have formed near small river mouths. A storm-influenced delta is distributed in the mouth of the Kakogawa river, supposed to be formed from the Jomon Transgression to recent.

NEOTECTONICS

The Takasago district is gently inclined towards the NW as a result of tilting (the Rokko Movement) during the Middle Pleistocene to Holocene. The Miki, Kusatani, and Yahata Faults of this district are considered to be active faults recognized to have moved in the middle pleistocene period at least. Several lineaments of NW-SE trend are recognized in the mapped district, coinciding with different rock type boundaries or old faults. A great earthquake called by the Harimanada Earthquake, whose epicenter has located in the northwestern part of the Takasago district, occurred in A.D.1864.

ECONOMIC GEOLOGY

In several places around Mt. Tatsuyama, central part of Takasago City, stratified hyaloclastite (Hoden Formation) is quarried for stoneworks, especially for stonewalls. Rhyolite lava and welded tuff (Hoden Formation) are quarried as aggregate for building and road base course. There are some cold mineral springs in the central to northern part of the district.

執筆分担

第 1 章 地 形	尾崎正紀
第 2 章 地質概説	尾崎正紀・原山 智
第 3 章 丹波帯堆積岩コンプレックス	尾崎正紀
第 4 章 白亜紀後期火山岩類	原山 智
第 5 章 貫入岩類	原山 智
第 6 章 神戸層群	尾崎正紀
第 7 章 大阪層群	尾崎正紀
第 8 章 更新統中部 - 上部	尾崎正紀
第 9 章 沖積層	尾崎正紀
第 10 章 活断層及び第四紀地殻変動	尾崎正紀
第 11 章 地質災害及び水害	尾崎正紀
第 12 章 資源地質	原山 智
第 13 章 水文地質	尾崎正紀・原山 智

文献引用例

尾崎正紀・原山 智 (2003) 高砂地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 87p.

章単位での引用例

尾崎正紀 (2003) 高砂地域の地質, 第 1 章 地形. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, p. 1-9.

Bibliographic reference

Ozaki, M. and Harayama, S. (2003) Geology of the Takasago district. Quadrangle Series, 1 : 50,000, Geological Survey of Japan, AIST, 87p. (in Japanese with English abstract 3p.).

Bibliographic reference of each chapter

Ozaki, M. (2003) Geology of the Takasago district. 1. Topography. Quadrangle Series, 1 : 50,000, Geological Survey of Japan, AIST, p. 1-9(in Japanese).

地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)

高砂地域の地質

平成 15 年 12 月 26 日 発 行

独立行政法人 産業技術総合研究所

地質調査総合センター

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1 丁目 1-1 中央第 7

TEL 029-861-3606

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

印刷所 岩見印刷株式会社

裏表紙写真説明：高砂市宝殿地区の採石場跡。宝殿地区の多くの場所で、1500年以上前から珪長質で節理の乏しい成層ハイアロクラスタイト（白亜紀後期の宝殿層）が採石されてきた。

Back Cover Photo : Closed quarry in the Hoden, Takasago City. From before 1500 years ago, joint-free and stratified felsic hyaloclastite (Late Cretaceous Hoden Formation) has been quarried at many places in the Hoden.