

佐賀低平地における軟弱地盤の環境・工学的性質から 軟弱地盤対策まで～1. 有明海湾岸低平地域の形成史～

佐賀大学低平地研究センター 日野剛徳



1. 地質学

1.1 第四紀とは？

周辺の時代			
新生代	第四紀		完新世
			更新世
	第三紀	新第三紀	鮮新世
			中新世
		古第三紀	

第四紀(だいしき、だいよんき)は地質時代のひとつで、**180～160万年前**(250万とする説もある)から現在までの期間。

他の地質時代が**地層から定められた**のに対して、**第四紀は人類の時代**という意味で決められた。

第三紀との境界は、アフリカにおける最古の人類化石が出土した地層の直下の玄武岩を年代測定することで決定された。

1. 地質学

1.2 地質時代の区分表

代		紀		世		主な出来事	
1万年前 164万年前 2330万年前 6430万年前	顕生代	新生代	第四紀	完新世		人類の繁栄	
				更新世		大型哺乳類の衰退, 人類が現在とほぼ同じ状態まで進化する	
		第三紀	新第三紀	鮮新世	後期		
					前期		
				中新世	後期		
					中期		
			古第三紀	漸新世	後期		
					前期		
				始新世	後期		
					中期		
暁新世	後期						
	前期						
中生代	白亜紀	後期	セノミアン		恐竜の繁栄と絶滅、有胎盤類の出現		
			ガリック				
			ネオコミアン				
先カンブリア時代	冥王代				45億年前、地球の誕生、海の誕生		

1. 地質学

1.3 長期海面変動 (1)

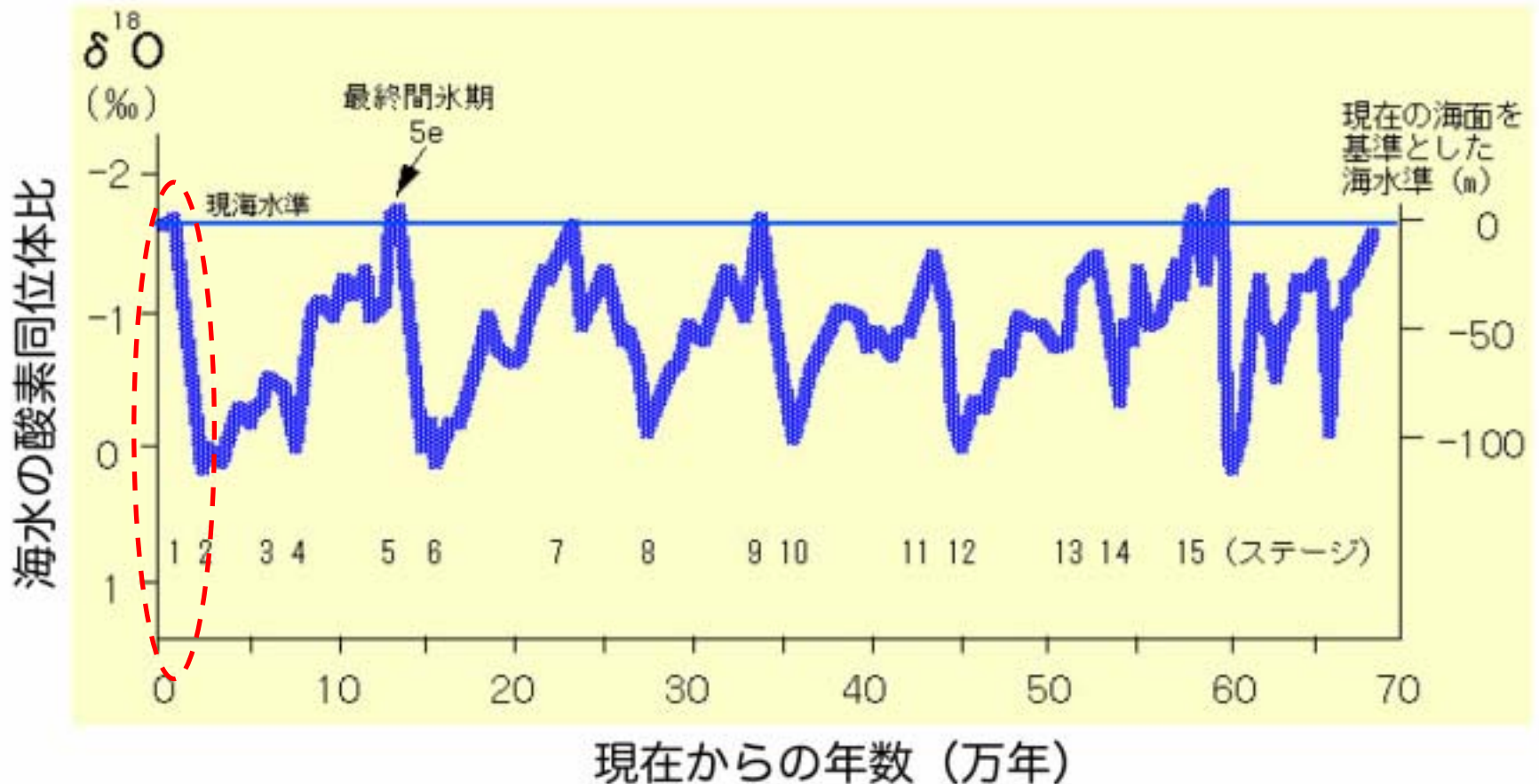


図1 過去70万年間の氷河性海面変動 (Emiliani, 1978を改作)

酸素同位体比が低い(軽い)ほど高海面(酸素同位体ステージの奇数番号が高海面期)
図では高海面期と低海面期の海水準レベルの差は100m程度だが、実際には地殻変動による地域差がある。

1. 地質学

1.3 長期海面変動 (2)

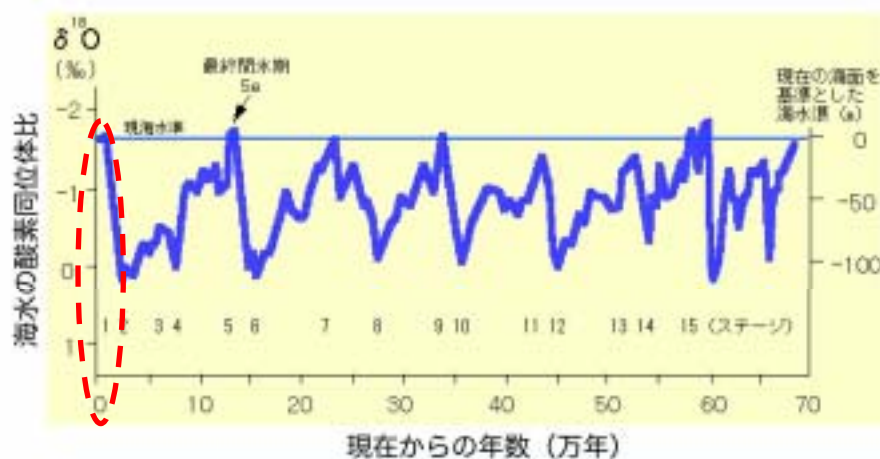


図1 過去70万年間の氷河性海面変動 (Emiliani, 1978を改作)
酸素同位体比が低い(軽い)ほど高海面(酸素同位体ステージの奇数番号が高海面期)
図では高海面期と低海面期の海水準レベルの差は100m程度だが、実際には地殻変動による地域差がある。

安定同位体地球化学による分析。

前ページの地質時代の区分表において「**人類の繁栄**」と記載された時代に、急激な海面の上昇が認められる。

グラハム・ハンコック氏の著書「神々の指紋」などがたいへん興味深い。

1. 地質学

1.4 グラハム・ハンコック氏

グラハム・ハンコック



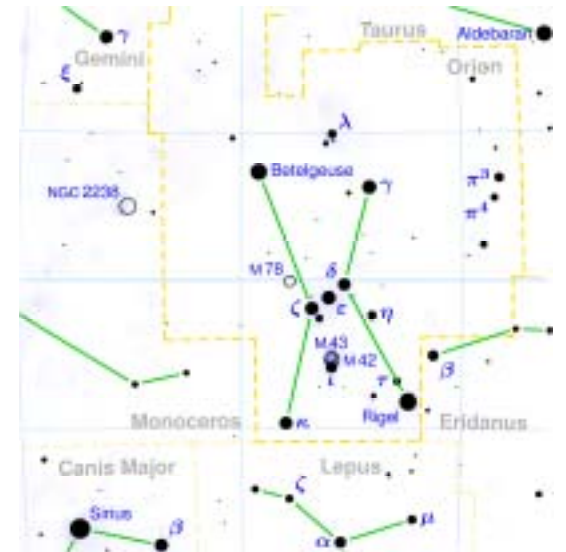
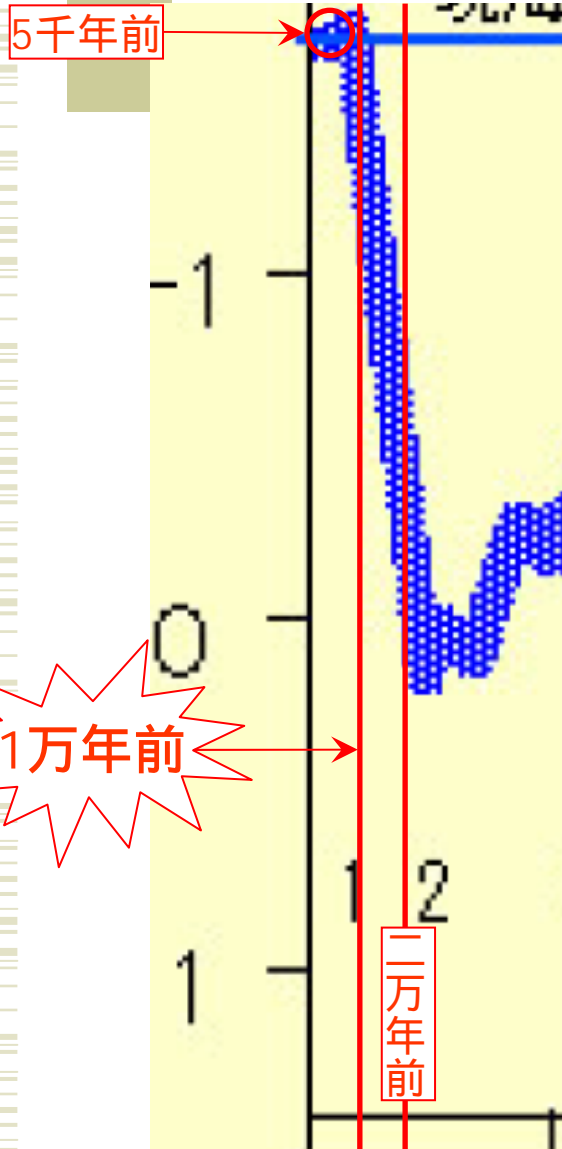
グラハム・ハンコックは、『神の刻印』(凱風社)、『神々の指紋』(翔泳社)、『天の鏡』(翔泳社)など世界的ベストセラーの著者である。これらは世界の27言語に翻訳され500万部以上販売されている。さらに講演や3時間のTVシリーズ『失われた文明を探して』等により、何千万もの人たちに紹介されている。ハンコックは、人類の歴史あるいは先史に関するまっとうな疑問を提示することで多くの人々の支持を受け、主流派学者の凝り固まった見解に挑む人物として認識されつつある。

スコットランドのエジンバラに生まれたハンコックは、幼年時代を父親が外科医として赴任していたインドで過ごした。その後、イングランド北部のダーラム大学で社会学を専攻、1973年最優秀の成績で卒業する。以後、「タイムズ」、「サンデー・タイムズ」、「インデペンデント」、「ガーディアン」など、イギリスを代表する多くの高級紙の記事を書き、ジャーナリストとしてのキャリアを積む。1976年から79年まではニュー・インターナショナル誌の共同編集者の任にあり、1981から83年まではジ・エコノミストの東アフリカ特派員であった。

1980年代初め、ハンコックは媒体を本へと移した。81年写真家モハメド・アミン、ダンカン・ウィレッツと共著した“Journey Through Pakistan”が処女作である。さらに“Under Ethiopian Skies”(83年)、“Ethiopia: The Challenge of Hunger”(84年)、“AIDS: The Deadly Epidemic”(86年)へと続く。

1. 地質学

1.5 1~2万年前から現在にかけての海面の変化とハンコック氏の定説の関係



1. 地質学

1.6 前田建設工業(株)・ファンタジー営業部 (1)



1. 地質学

1.6 前田建設工業(株)・ファンタジー営業部 (2)



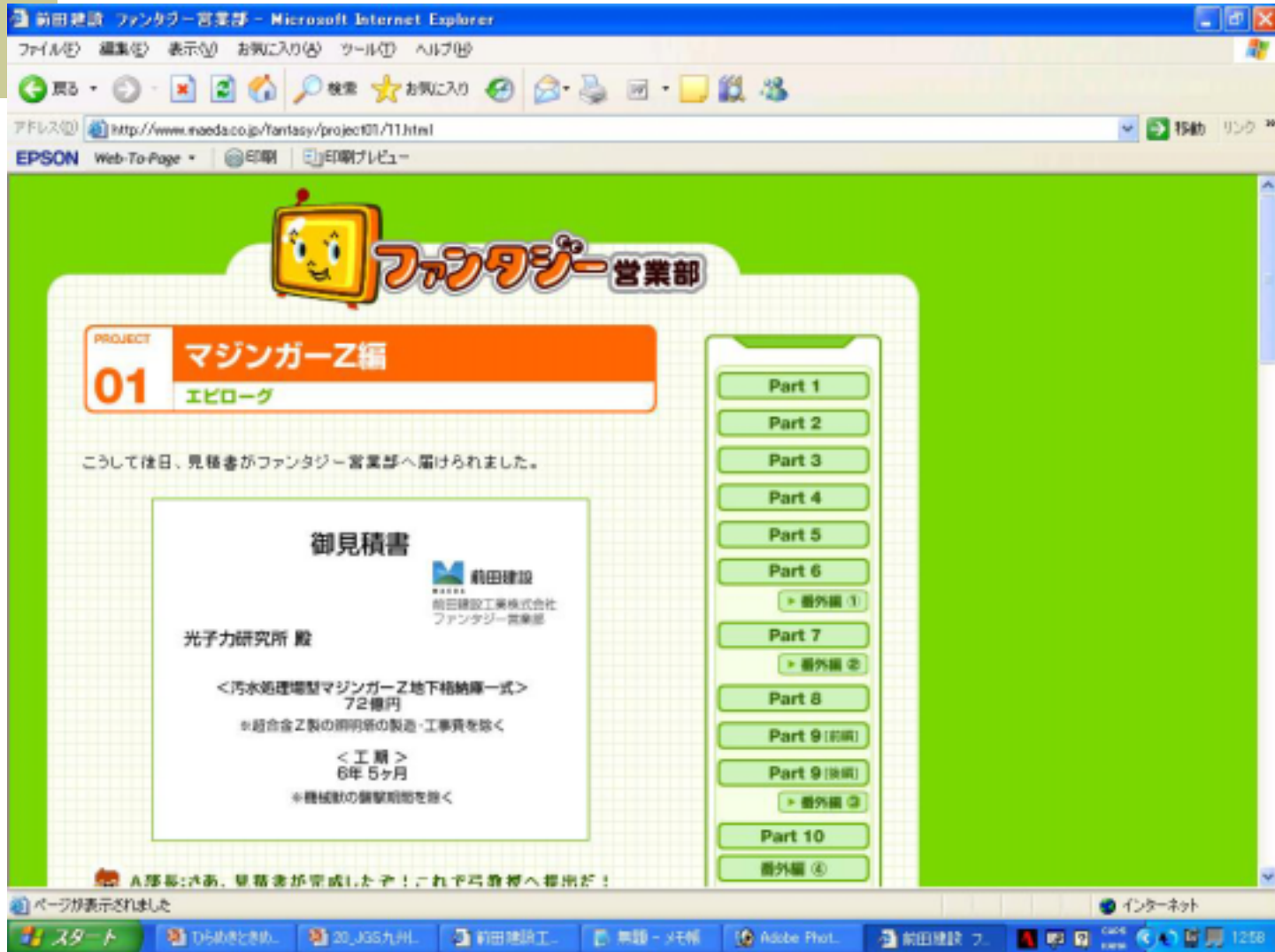
1. 地質学

1.6 前田建設工業(株)・ファンタジー営業部 (3)



1. 地質学

1.6 前田建設工業(株)・ファンタジー営業部 (4)



1. 地質学

1.7 エジプトのピラミッドやスフィンクスの建設技術は極めて高度！



1. 地質学

1.8 縄文海進 (1)

縄文海進(じょうもんかいしん)

縄文時代に発生した海水面の上昇のことである。

約6,000年前にピークを迎え、現在よりも数mにわたり海水面が高かったとされる。

縄文海進は、貝塚の存在から提唱されたものである。海岸線付近に多数あるはずの貝塚が、内陸部でのみ発見されたことから海進説が唱えられた。

当初は、日本で活発に行われている火山噴火や地震による隆起説も唱えられたが、その後、海水面の上昇が世界的に発生していたことが確認され裏付けられた。

1. 地質学

1.8 縄文海進 (2)

縄文時代(じょうもんじだい)

エドワード・S・モース (Edward S. Morse 1838 ~ 1925) が大森貝塚発掘の際発見した土器を、「縄の紋様のある土器」(Code Marked Pottery) と呼んだことに由来する。これを索紋土器と和訳して、縄紋土器と改め、今日の縄文土器と続いている。

紀元前11世紀ないし紀元前1世紀の約1万年間に相当する。次の弥生時代との境界については議論があり、また、地域によっても差がある。

中石器時代から新石器時代に相当する。

1. 地質学

1.8 縄文海進 (3)

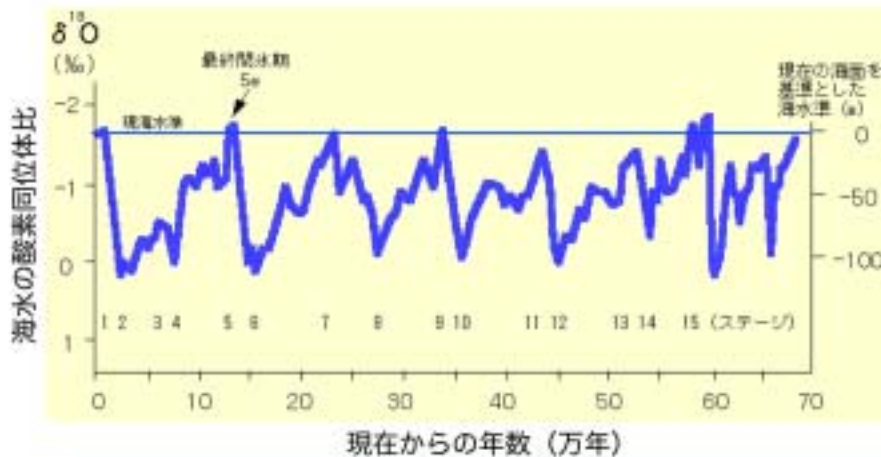


図1 過去70万年間の氷河性海進変動 (Emiliani, 1978を改作)
酸素同位体比が高い(軽い)ほど高海面(酸素同位体ステージの奇数番号が高海面期)
図では高海面期と低海面期の海水準レベルの差は100m程度だが、実際には地殻変動による地域差がある。

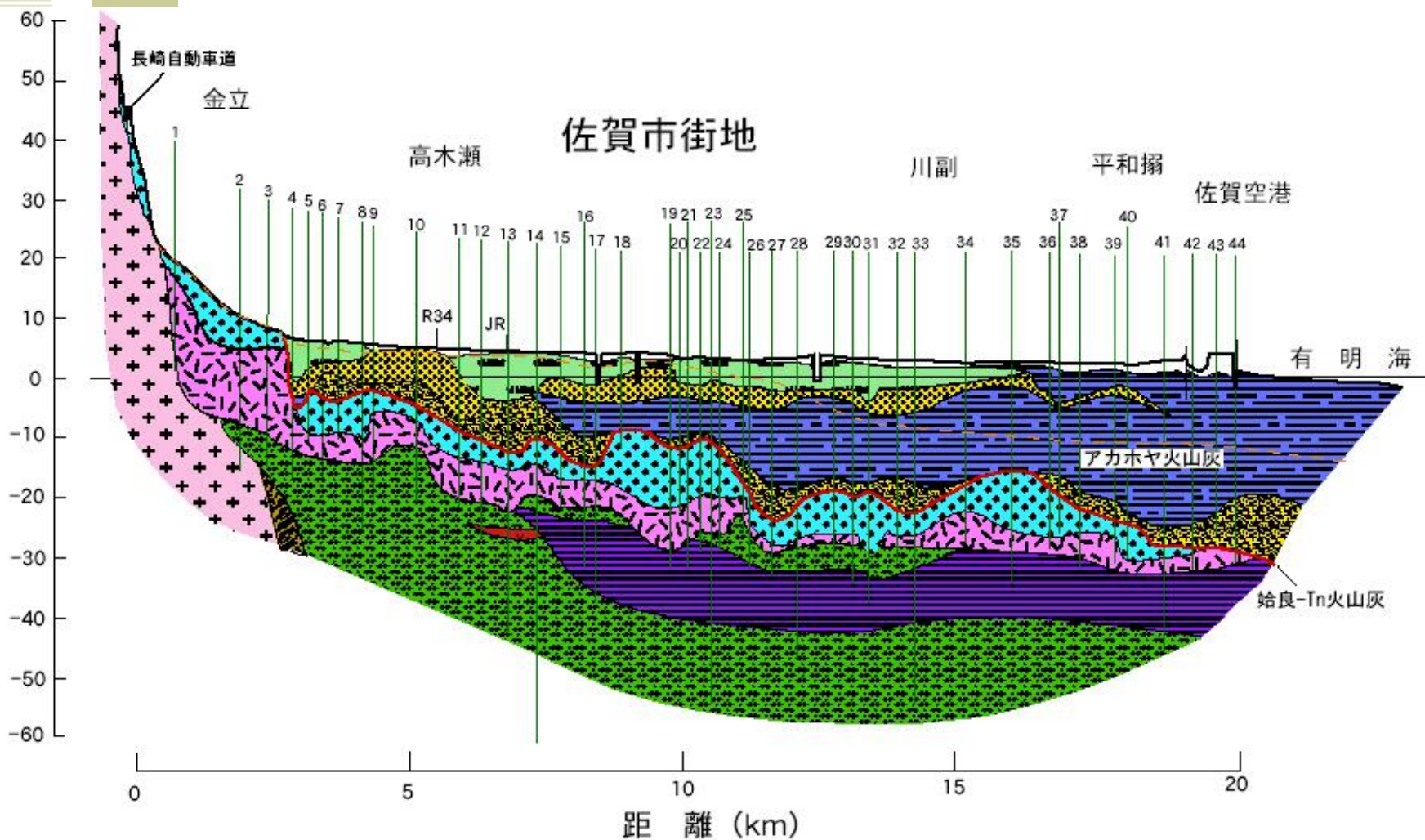
現代の地球温暖化との関係

縄文海進の原因は、現在よりも縄文時代は平均気温が2～3度高かったためといわれる。

平均気温が高くなった原因は不明であることから、近年の地球温暖化の議論の中で、化石燃料の消費と関係なく平均気温は上昇しているという説を唱える者もいる。

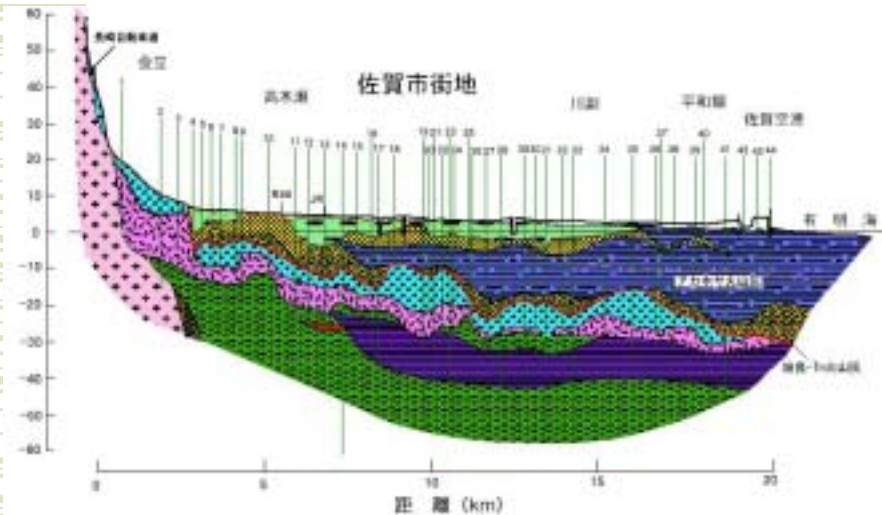
1. 地質学

1.9 海進海退現象と地層の形成 - シーケンス層序学 (1)



1. 地質学

1.9 海進海退現象と地層の形成 - シーケンス層序学 (2)

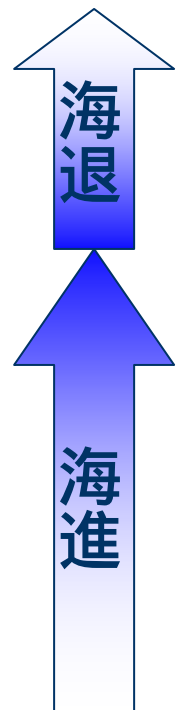


ある平野が沈降性か隆起性かは海面変化曲線によって判断される。

沈降性平野では、似たような数多くの「地層のくさび」が累重している。

1. 地質学

1.9 海進海退現象と地層の形成 - シーケンス層序学 (3)



...
粘土
シルト
砂
礫
粘土(海成)
シルト(海成)
砂
礫
粘土 (粒径:0.005mm以下)
シルト (粒径:0.005mm ~ 0.075mm)
砂 (粒径:0.075mm ~ 2mm)
礫 (粒径:2mm ~ 75mm)
...

層序

生成年代を基準とした地層の順序。岩石等の新旧に基づいて体系的に区分したもので、化石や生物の変化、放射年代等により決められる。

岩石等の新旧に基づいて体系的に区分したもので、化石や生物の変化、放射年代等により決められる。

それぞれの地域の層序関係を模式的に示した断面図を層序断面図という。

1. 地質学

1.9 海進海退現象と地層の形成 - シーケンス層序学 (4)



...
粘土
シルト
砂
礫
粘土(海成)
シルト(海成)
砂
礫
粘土 (粒径:0.005mm以下)
シルト(粒径:0.005mm ~ 0.075mm)
砂 (粒径:0.075mm ~ 2mm)
礫 (粒径:2mm ~ 75mm)
...

地質学の最近の地層層序の考え方

海進海退のサイクルが繰り返されると、その段階に応じて似た岩相の繰り返しが現れるため、層序区分が混乱する一因になる。

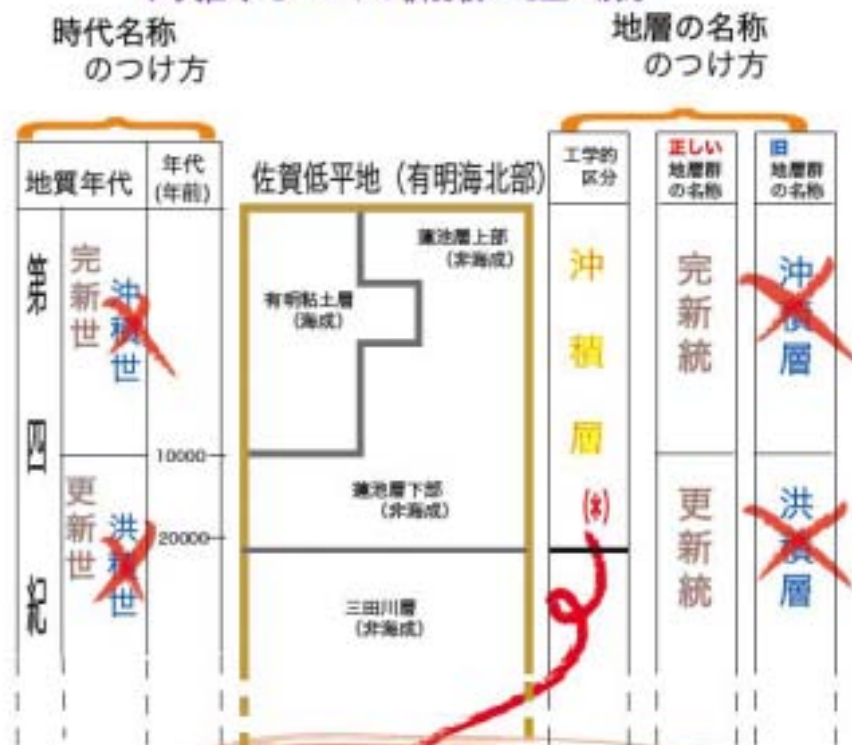
1つの海進サイクルを地層区分の基本単位としている。このため、海進海退に伴って現れる岩層群を1セットとして取り扱う。

上記のような考え方は、Sequence stratigraphy (シーケンス層序学) と呼ばれる。

1. 地質学

1.10 有明海湾岸低平地における軟弱粘土地盤の層序

佐賀低平地における軟弱粘土地盤の層序



(*) この場合の「沖積層」とは、年代的に完新統に対応するものではなく軟弱粘土地盤に対応する呼び名として普及されています。つまり、更新世末期から完新世の全期にわたり形成されたものを指しています。したがって、ここで「完新統」と呼ぶことは、かえって相応しないのです。

旧名称を使わず正しい名称を使うように心がけましょう！！

2. 地質調査

2.1 オールコアボーリング



2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (1)

物理試験・力学試験・分析試験用試料の取分位置と試験及び分析位置																		
業務名		道改第311号 国道444号道路改良委託				受注者		西日本総合コンサルタント(株)										
調査地点		No. 1 (総掘削長 50 m)		孔口標高		TP 2.11 m		北緯		33 ° 13 49.1		掘削深度		GL- 0.00m ~				
調査場所		佐賀県佐賀市嘉瀬町大字中原		孔内水位		GL - 0.85 m		東経		130 ° 15 18.8				DL- 2.11m ~				
縮尺 (m)	深度		柱状図	土質名 (現場判定)	色調 (標準土色調)	地層区分	物理・力学試験試料		酸化還元電位測定		14C年代測定		火山灰分析		粗粒火山灰分析		珪藻	
	GL-(m)	DL-(m)					試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	ORP値 温度補正済	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号		試料深度 GL-(m)
1	0.60	1.51		埋土 (粘性土・草の根混入)	10YR/3/1 (黒褐)	人工埋積土			0.30	-700								
	0.90	1.21																
2	1.20	0.91		粘土 (植物混入)	2.5GY12 10GY3/1 5G2/1(緑黒)	蓮池層(上部)			0.65	-350								0.70
	1.30	0.81																
3	1.95	0.16		シルト 細砂	5G2/1(緑黒)				1.50	-405	1.50	中層-C14-1						1.52
	2.01	0.10																
4	2.20	-0.09		シルト (2.20mまで植物片混入) (2.88mに、ユウシオガイ・カニ片)	10G2/1 10G2/1	有明粘土層												2.48
	2.80	-0.69																
5	7.51	-5.40		(3.68mに、シツクガイ) (3.80m～4.00mに、コメツブガイ集中) (4.34m～4.40mに、シツクガイ、ハイガイ) (4.56mに、ヒメカノコアサリ)	10G2/1													3.47
6	7.61	-5.50		(5.02mに、シツクガイ) (7.42mに、アリアケホリガイ)	10G2/1													5.47
7	8.60	-6.49		(6.25m、6.50mに、シツクガイ) (8.30mに、カワイガイ) (8.39mに、アリアケボツガイ) (8.57mに、シツクガイ)	10G2/1	有明粘土層												6.47
8	9.60	-7.49		(7.70mに、シツクガイ) (8.20mに、カニ片) (8.30mに、カワイガイ) (8.39mに、アリアケボツガイ) (8.57mに、シツクガイ)	10G2/1	有明粘土層												7.44
9				(8.30mに、カワイガイ) (8.39mに、アリアケボツガイ) (8.57mに、シツクガイ)	10G2/1	有明粘土層												8.44
				(8.85mに、シツクガイ) (9.60mに、カワイガイ) (9.90mに、シツクガイ)	10G2/1	有明粘土層												9.47
物理試験・力学試験実施数量							小計	(個)	0	11	7	7	0	1				
分析試験実施(番号緑塗)数量							累計	(個)	0	11	7	7	0	1				

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (2)

物理試験・力学試験・分析試験用試料の取分位置と試験及び分析位置															
業務名		No.1 (総延長50m)			TP 2.11 m		北緯 33° 13' 49.1"		東経 130° 15' 18.8"						
調査地点		佐賀県佐賀市嘉瀬町大字中原			孔内水位		掘削深度		西日本総合コンサルタント(株)						
調査場所		孔内水位			GL - 0.85 m		掘削深度		GL - 0.00m -						
掘削深度		DL - 2.11m -													
掘削深度 (m)	深度 (m)	柱状図	土質名 (標準土色調)	地層区分	物理・力学試験試料		酸化還元電位測定		14C年代測定		火山灰分析		珪藻		
					試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	ORP値	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)
0.60	1.51	埋土 (給排水の搬入)	10YR/3/1 (黒褐)	人工埋積土			0.30	-700							
0.90	1.21		2.5G/12				0.85	-500							
1.20	0.91		10G/3/7					-100	-400						
1.30	0.81		5G2/1 (緑黄)					1.00	-600						
		粘土層(上部)	5G2/1 (緑黄)				1.50	-800	1.50	5G2/1 (緑黄)					
			10G2/1												
1.95	0.16	シルト (2.20mまで精製片混入)	5G2/1 (緑黄)												
2.01	0.10		10G2/1												
2.20	-0.09		10G2/1												
2.80	-0.69		10G2/1												
		(3.69mに、シヅガイ)							2.80	5G2/1 (緑黄)					
			(3.80m - 4.00mに、コムツガイ集中)					3.75	-380			3.80	5G2/1 (緑黄)		
			(4.34m - 4.40mに、シヅガイ、ハイガイ)					4.33	-400	4.34	5G2/1 (緑黄)			4.30	5G2/1 (緑黄)
			(4.96mに、ヒメカ/カササリ)					4.80	-440			4.90	5G2/1 (緑黄)		4.81
		(5.02mに、シヅガイ)	10G2/1												
			(6.25m、6.50mに、シヅガイ)					5.90	-473			6.03	5G2/1 (緑黄)		6.07
			(7.42mに、アリアケボリガイ)					6.90	-447			6.95	5G2/1 (緑黄)		6.90
7.51	-5.40									7.50	5G2/1 (緑黄)			7.50	5G2/1 (緑黄)
7.61	-5.50	シルト (1.70mに、シヅガイ)	10G2/1 (緑黄)												
			(8.20mに、カニ片)					7.80	-450			8.20	5G2/1 (緑黄)		8.44
			(8.30mに、カマイガイ)					8.20	-450			8.30	5G2/1 (緑黄)		8.47
8.60	-6.49		(8.38mに、アリアケボリガイ)					8.65	-600			8.65	5G2/1 (緑黄)		8.67
		(8.57mに、シヅガイ)	10G2/1												
9.60	-7.49							9.50	-651			9.50	5G2/1 (緑黄)		9.50
物理試験・力学試験実施数量				小計 (個)	0	11	7	7	0	1					
分析試験実施 (番号緑塗) 数量				累計 (個)	0	11	7	7	0	1					

業務名、受注者、管理技術者

調査地点・場所、孔口標高 (T.P.:東京湾の平均海面を基準)、緯度、経度

孔内水位

ボーリング孔内における地下水位を測定。

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (3)

物理試験・力学試験・分析試験用試料の取分位置と試験及び分析位置																					
業務名		道改第311号 国道444号道路改良委託			受注者		西日本総合コンサルタント(株)														
調査地点		No.1 (総掘削長 50m)			TP 2.11 m		北緯 33° 13' 49.1"														
調査場所		佐賀県佐賀市嘉瀬町大字中塚			孔内水位 GL - 0.85 m		東経 130° 15' 18.8"		掘削深度 GL - 0.00m -												
層尺 (m)	深度 (m)	柱状図	土質名 (現場判定)	色調 (標準土色調)	地層区分	物理・力学試験試料		酸化還元電位測定		14C年代測定		火山灰分析		粗粒火山灰分析		特殊					
						試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	ORP値	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号		試料深度 GL-(m)	試料番号			
0.60	1.51		埋土 (給排水の搬入)	10YR/2/1 (黒褐)	人工堆積土	0.30	700														
0.90	1.21			2.5G/Y12		0.85	300														
1.20	0.91			10G/2/7		1.00	400														
1.30	0.81			5G2/1 (緑黄)		1.50	400														
1.95	0.16		シルト (給排水の搬入)	5G2/1 (緑黄)	遷移層(上部)	1.95	400	1.95	100												
2.01	0.10			10G/2/7		2.01	400														
2.20	-0.09			10G/2/7		2.20	400														
2.80	-0.69			10G/2/7		2.80	400														
3.80			シルト (2.20mまで構造物搬入) (2.80mに、ユラシオガイ(二片) (3.80mに、シヅガイ) (3.80m～4.00mに、ユメツブガイ(集中) (4.34m～4.40mに、シヅガイ、ハイガイ) (4.56mに、ヒメカ/コササリ (5.02mに、シヅガイ)	10G2/1	有明粘土層	3.80	300	3.80	100												
4.34						4.34	300	4.34	100												
4.56						4.56	300	4.56	100												
5.02						5.02	300	5.02	100												
6.25			(6.25m、6.50mに、シヅガイ) (7.42mに、アリアケボリガイ)	10G2/1	有明粘土層	6.25	400	6.25	100												
6.50						6.50	400	6.50	100												
7.42						7.42	400	7.42	100												
7.81						7.81	400	7.81	100												
8.60			シルト (1.70mに、シヅガイ) (8.20mに、カニ片) (8.30mに、カマエガイ) (8.38mに、アリアケボリガイ) (8.57mに、シヅガイ)	10G2/1	有明粘土層 (8.60～8.80mに、存在)	8.60	400	8.60	100												
8.80						8.80	400	8.80	100												
9.60						9.60	400	9.60	100												
9.60						9.60	400	9.60	100												
物理試験・力学試験実施数量		小計 (個)		0		11		7		7		0		1							
分析試験実施(番号緑塗)数量		累計 (個)		0		11		7		7		0		1							

柱状図

地質柱状図。地層、岩石の層厚、岩相、分布状態等を柱状に表した図。

ボーリング位置における地層構成を表すものと、露頭(地表面)ごとにつくられるものがある。

また、ある地域における一般的な地層の上下関係をまとめたものは模式柱状図ということがある。

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (4)

物理試験・力学試験・分析試験用試料の取分位置と試験及び分析位置																
業務名		No.1 (総掘削長 50 m)			変注者		西日本総合コンサルタント(株)									
調査地点		佐賀県佐賀市嘉瀬町大字中			TP 2.11 m		掘削深度									
調査場所		孔内水位			北緯 33° 13' 49.1		D.L. 0.00m -									
D.L. - 2.11m -		GL - 0.85 m		東経 130° 15' 18.8		D.L. 2.11m -										
層尺 (m)	深度 (m)	柱状図	土質名 (標準土色調)	地層区分	物理・力学試験試料		酸化還元電位測定		14C年代測定		火山灰分析		粗粒火山灰分析		珪藻	
					試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	ORP値	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号	試料深度 GL-(m)	試料番号
0.60	1.51	埋土 (給排水の搬入)	10YR/2/1 (黒褐)	人工埋積土			0.30	-700								
0.90	1.21		2.5G/12				0.85	-300								
1.20	0.91		10G/3/7				0.90	-400								
1.30	0.81		5G2/1 (緑黄)				1.00	-600								
1.95	0.16	シルト	5S2/1 (緑黄)	有明粘土層			1.50	-800	1.50	5S2/1 (緑黄)						
2.01	0.10		細砂													
2.20	-0.09	シルト (2.20mまで精製片混入) (2.88mに、ユラシオガイ・二片)	10G2/1						2.80	10G2/1 (緑黄)						
2.80	-0.69		10G2/1							3.80	10G2/1 (緑黄)					
			(3.69mに、シヅガイ)							3.70	10G2/1 (緑黄)					
			(3.80m～4.00mに、ユメツガイ集中)							3.80	10G2/1 (緑黄)					
		シルト (4.34m～4.40mに、シヅガイ・ハイガイ)	10G2/1						4.30	10G2/1 (緑黄)						
			(4.56mに、ヒメカ/コササリ)							4.50	10G2/1 (緑黄)					
		シルト (5.02mに、シヅガイ)	10G2/1						5.00	10G2/1 (緑黄)						
			(6.25m、6.50mに、シヅガイ)							5.50	10G2/1 (緑黄)					
		シルト (7.42mに、アリアケボリガイ)	10G2/1 (緑黄)						7.40	10G2/1 (緑黄)						
7.51	-5.40		球							7.50	10G2/1 (緑黄)					
7.61	-5.50	シルト (7.70mに、シヅガイ) (8.20mに、カニ片) (8.30mに、カアイガイ) (8.38mに、アリアケボリガイ) (8.57mに、シヅガイ)	10G2/1						7.80	10G2/1 (緑黄)						
										8.20	10G2/1 (緑黄)					
										8.30	10G2/1 (緑黄)					
										8.50	10G2/1 (緑黄)					
8.60	-6.49	シルト (8.60mに、シヅガイ)	10G2/1						8.60	10G2/1 (緑黄)						
										8.65	10G2/1 (緑黄)					
		シルト (9.60mに、シヅガイ)	10G2/1						9.60	10G2/1 (緑黄)						
9.60	-7.49									9.65	10G2/1 (緑黄)					
物理試験・力学試験実施数量					小計 (個)	0	11	7	7	0	1					
分析試験実施 (番号緑塗) 数量					累計 (個)	0	11	7	7	0	1					

土質名・貝化石分析

土質名は肉眼観察による。貝化石分析は専門家による判定。

有明海湾岸低平地域における粘土層から検出される貝化石は、現在に生息しているものと同様。

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (5)



色調

標準土色帳および自動計測機器
による判定。

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (6)



酸化還元電位測定

地層の酸化還元状態を半定量的に測定する。この内容については色調観察と併せて検討する。

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (7)

^{14}C 年代測定

放射性炭素年代測定法。

略称C14法は、生物や炭素化合物中の炭素に1兆分の1程度含まれる放射性同位体炭素14が、約5,730年の半減期で減じていく性質を利用し、試料中の炭素同位体 ^{12}C / ^{14}C 比から年代を推定する。

測定限界が元の約1 / 1000であるとする、約6万年前がC14法の理論的限界になる(実用的な線測定法では3～4万年程度が測定限界)。

放射性炭素年代はBPで表されるが、これは大気圏内核実験による放射線の影響をあまり受けていない1950年が起点である。この測定原理を発見したシカゴ大学のリビー(W.F.Libby)は、1960年のノーベル化学賞を受けた。

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (8)

火山灰分析

巨大な噴火が起こり大量の火山灰が空高く噴出されると、その火山灰は広範囲に同時かつ均一に堆積する。そこで地層が形成された年代を特定するための鍵層 (key layer) として参考にされる。

日本では約6000年前まで噴出火山灰が日本全土を覆うくらいの大規模な噴火が度々発生しており、発掘調査の際の重要な目安となっている。

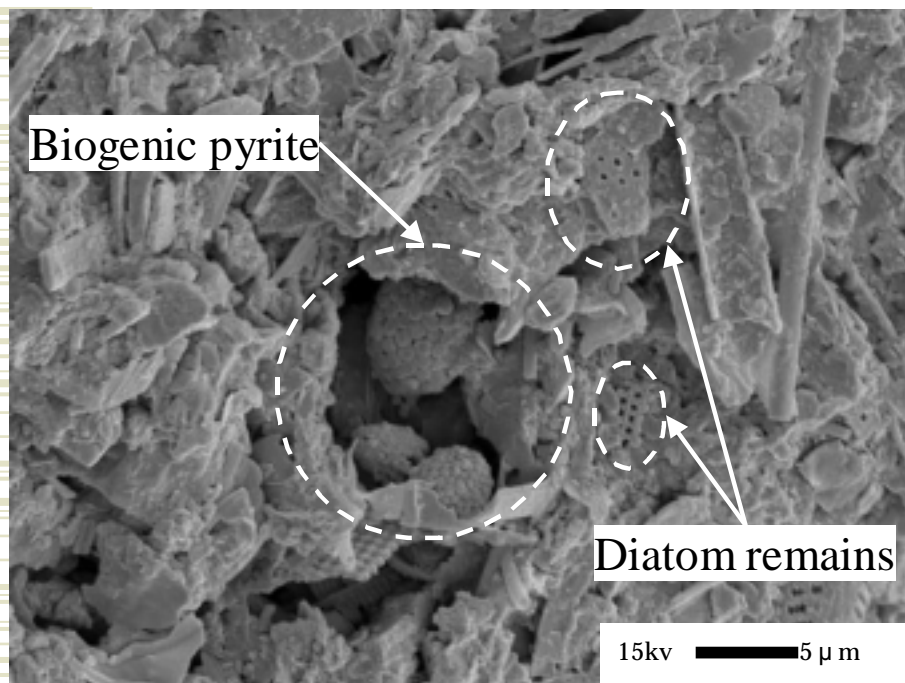
特徴的な火山灰層を形成した火山活動...

始良カルデラ(22000年前)...シラス

鬼界カルデラ(6300年前)...鬼界 - アカホヤ火山灰

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (9)



珪藻分析

珪藻が含まれる地層の堆積当時の環境(古環境)復元に用いられる。

2. 地質調査

2.2 各調査項目について～コアカルテ～ (10)

イオウ等含有量分析

安定同位体地球化学。地球や地表面に存在する元素やその同位体の絶対および相対濃度を決定する分野。

物質の輸送、変換過程を調べたり、年代測定を行ったりするために重要な分野。

2. 地質調査

2.3 調査状況 (1)



2. 地質調査

2.3 調査状況 (2)



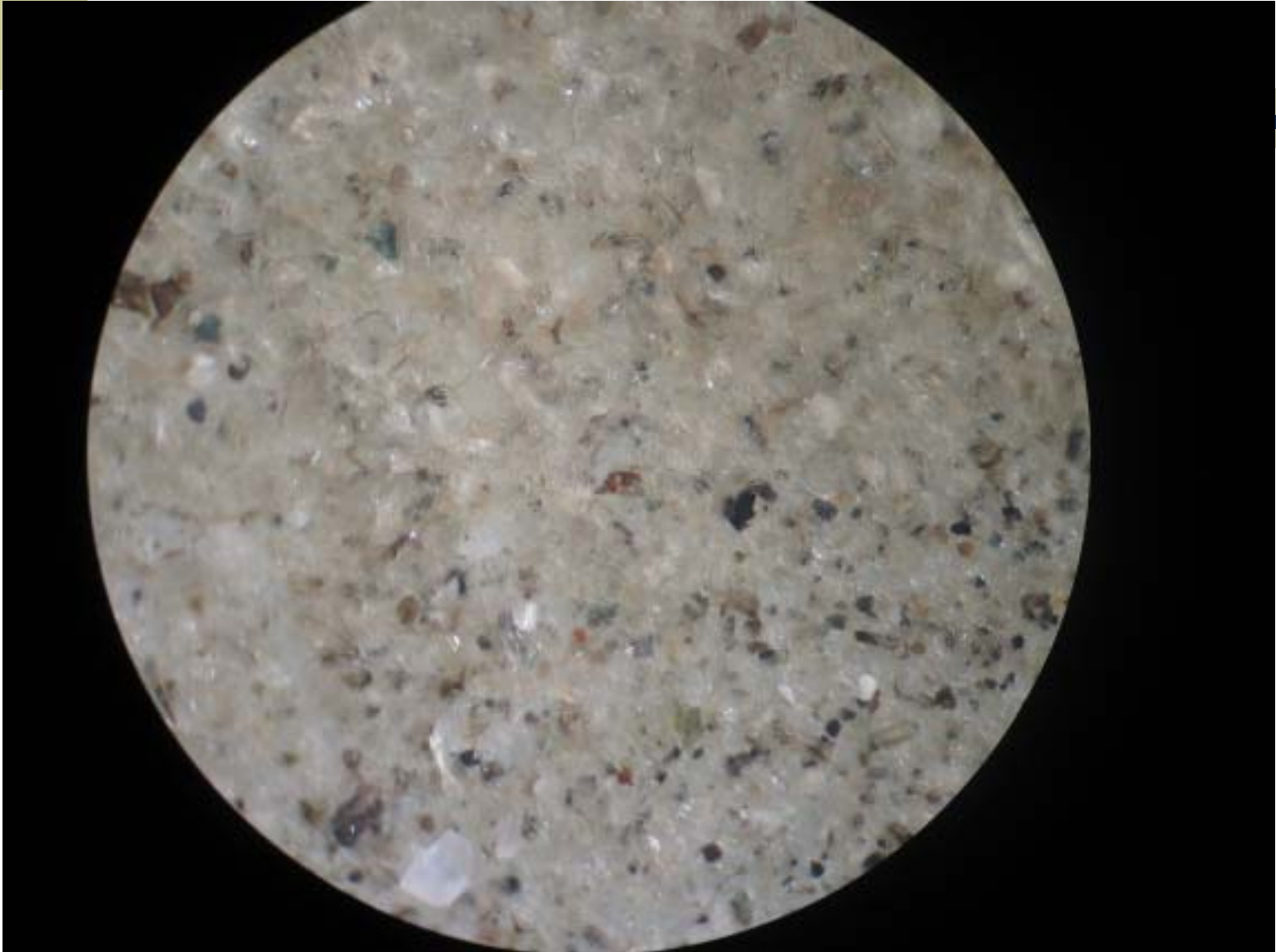
2. 地質調査

2.3 調査状況 (3)



2. 地質調査

2.3 調査状況 (4)



2. 地質調査

2.3 調査状況 (5)

・深い地層における粘土は、暗灰色・暗青灰色の還元色を超えて緑かかった色に変化する(強還元状態にある粘土という)。



2. 地質調査

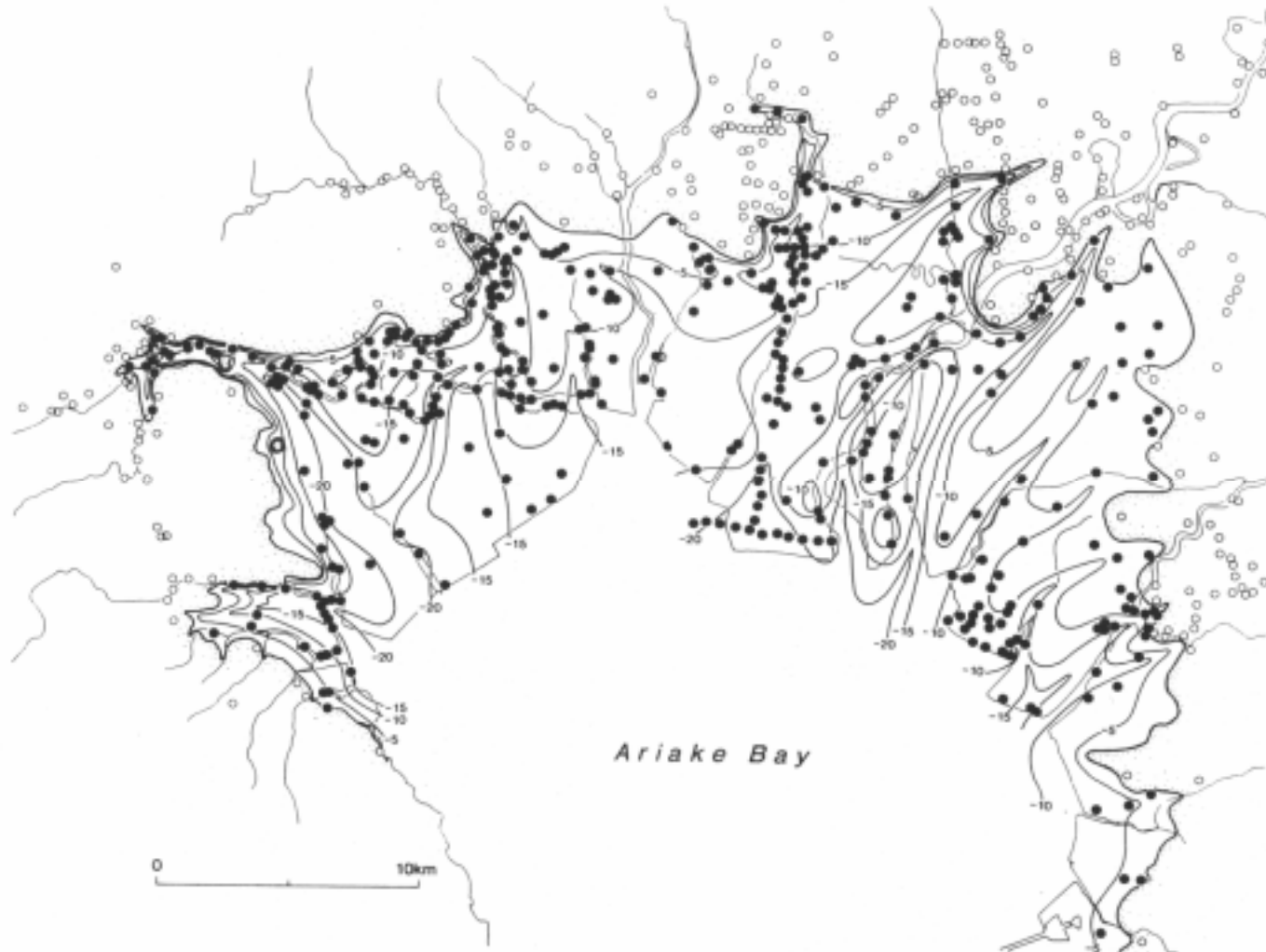
2.3 調査状況 (6)

・ところが、稀に強還元状態(無酸素状態)にあるはずの粘土に酸化色(赤褐色)を呈するものが認められる。なぜ??



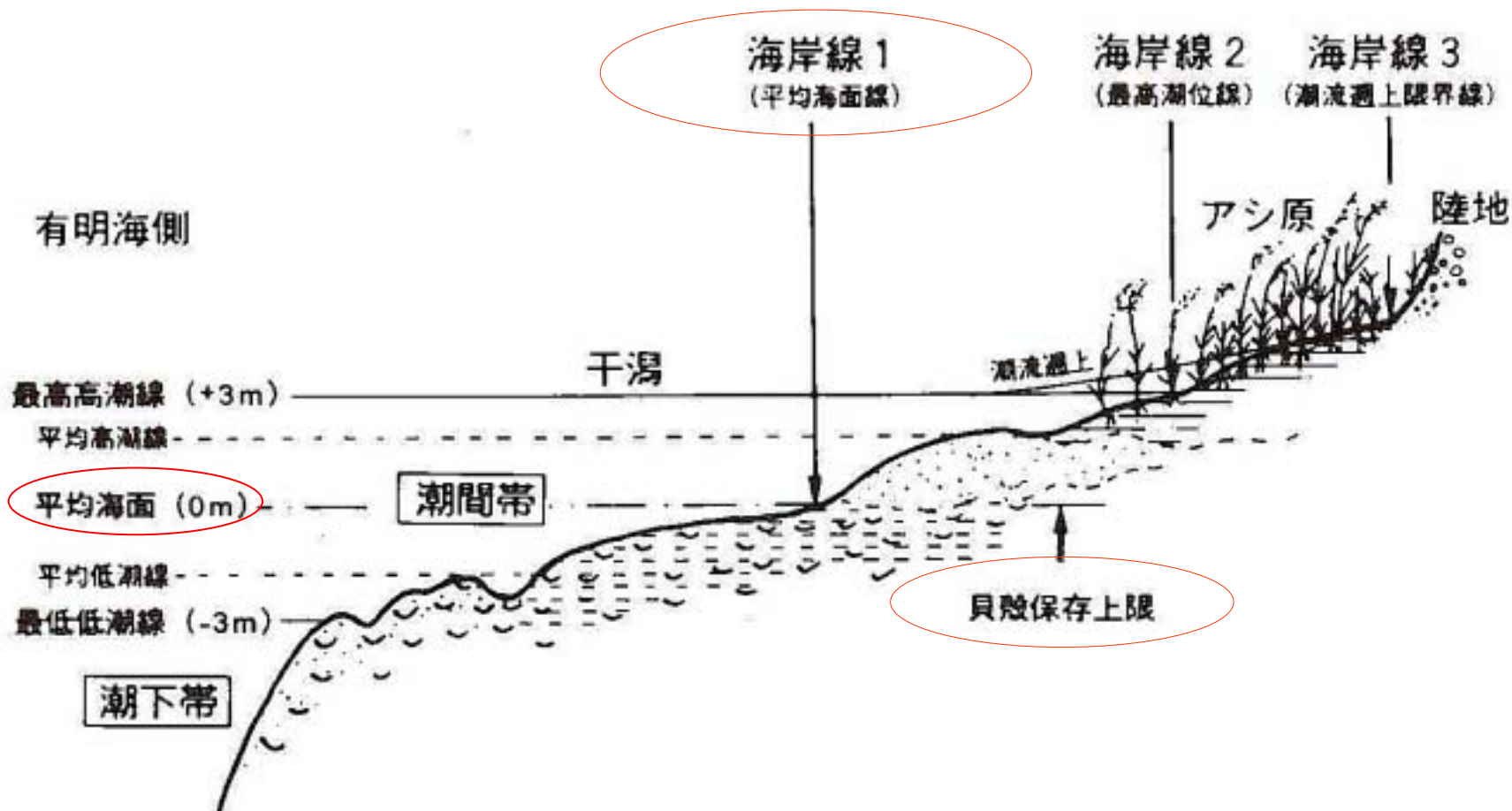
3. 軟弱粘土層における貝化石混入・非混入層の存在

3.1 ボーリング位置(● : 貝化石混入 ○ : 非混入)



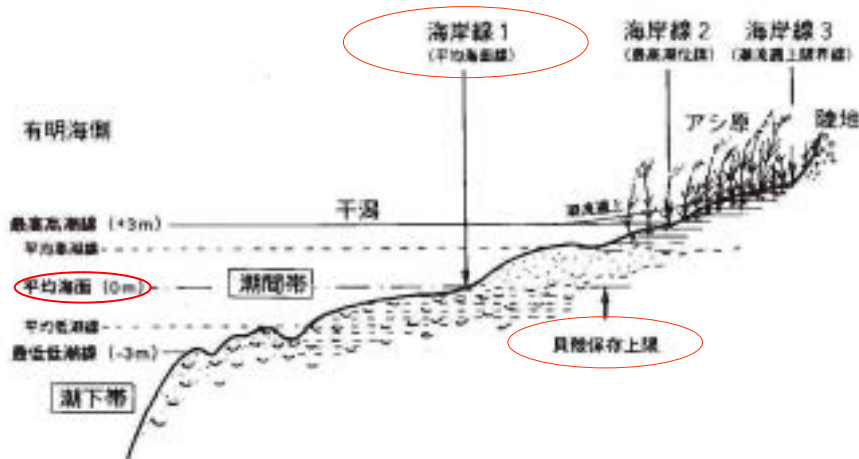
3. 軟弱粘土層における貝化石混入・非混入層の存在

3.2 貝化石の溶解メカニズム (1)



3. 軟弱粘土層における貝化石混入・非混入層の存在

3.2 貝化石の溶解メカニズム (2)



海岸線1より海側に注目する

pH 8.3の弱アルカリ性の海水が平均的に支配する領域。

生物起源パイライト(FeS_2)の酸化によって生成された硫酸(H_2SO_4)は海水で中和され、pH 8.3の弱アルカリ性を保つ。

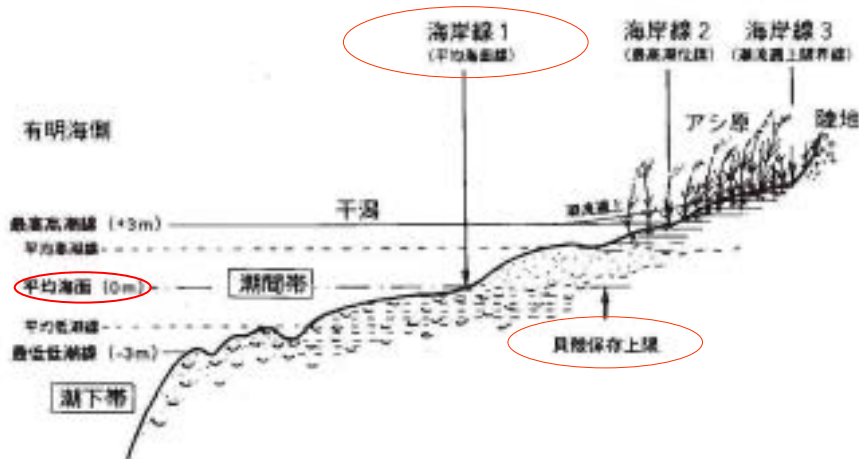
カルシウムイオン(Ca^{2+})と炭酸水素イオン($(\text{HCO}_3)^-$)が過飽和。

海岸線1より海側は貝殻の保存条件が良い。

上記のような真性の海域で堆積した粘土層を「海成の有明粘土層」と定義。

3. 軟弱粘土層における貝化石混入・非混入層の存在

3.2 貝化石の溶解メカニズム (3)



海岸線1より陸側に注目する

硫酸(H_2SO_4)は容易に中和されず、酸性を保つ。

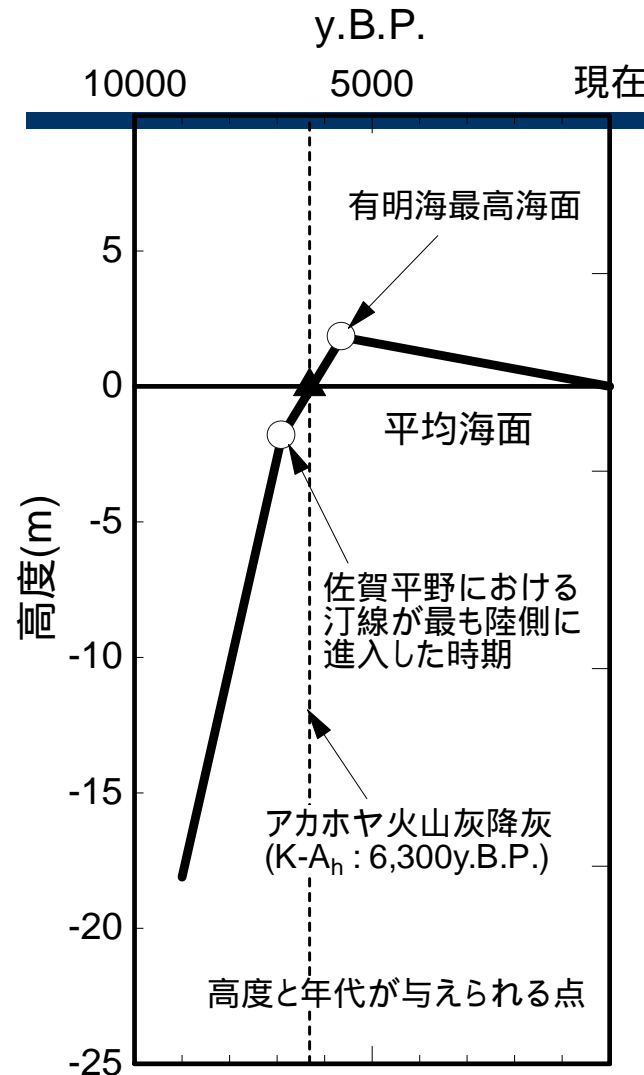
・ Ca^{2+} と $(\text{HCO}_3)^-$ は不飽和。

海岸線1より陸側は貝殻の保存条件が悪い。

上記のような汽水域から淡水域で堆積した粘土層を「非海成の蓮池層」と定義。

4. 有明海湾岸低平地域の形成史

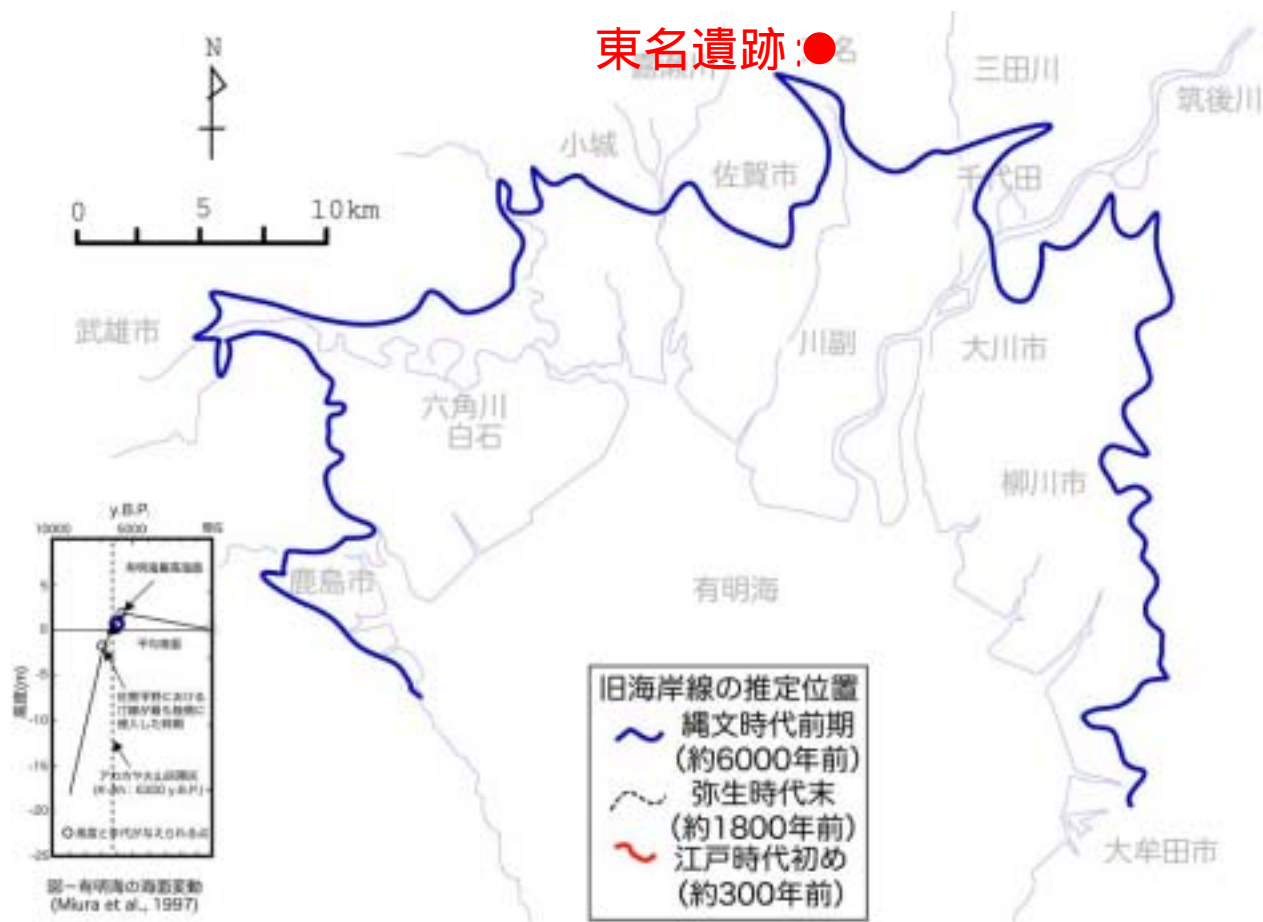
4.1 有明海の海面変動



4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (1) ～ 約6000年前の海岸線 ～

・縄文海進期には、平均すると1年間に2cm海面が上昇していた。仮に海岸付近の土地の平均勾配を1/1500とすると、毎年30mも海が陸側に入り込んでくる試算になる。



4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (2)

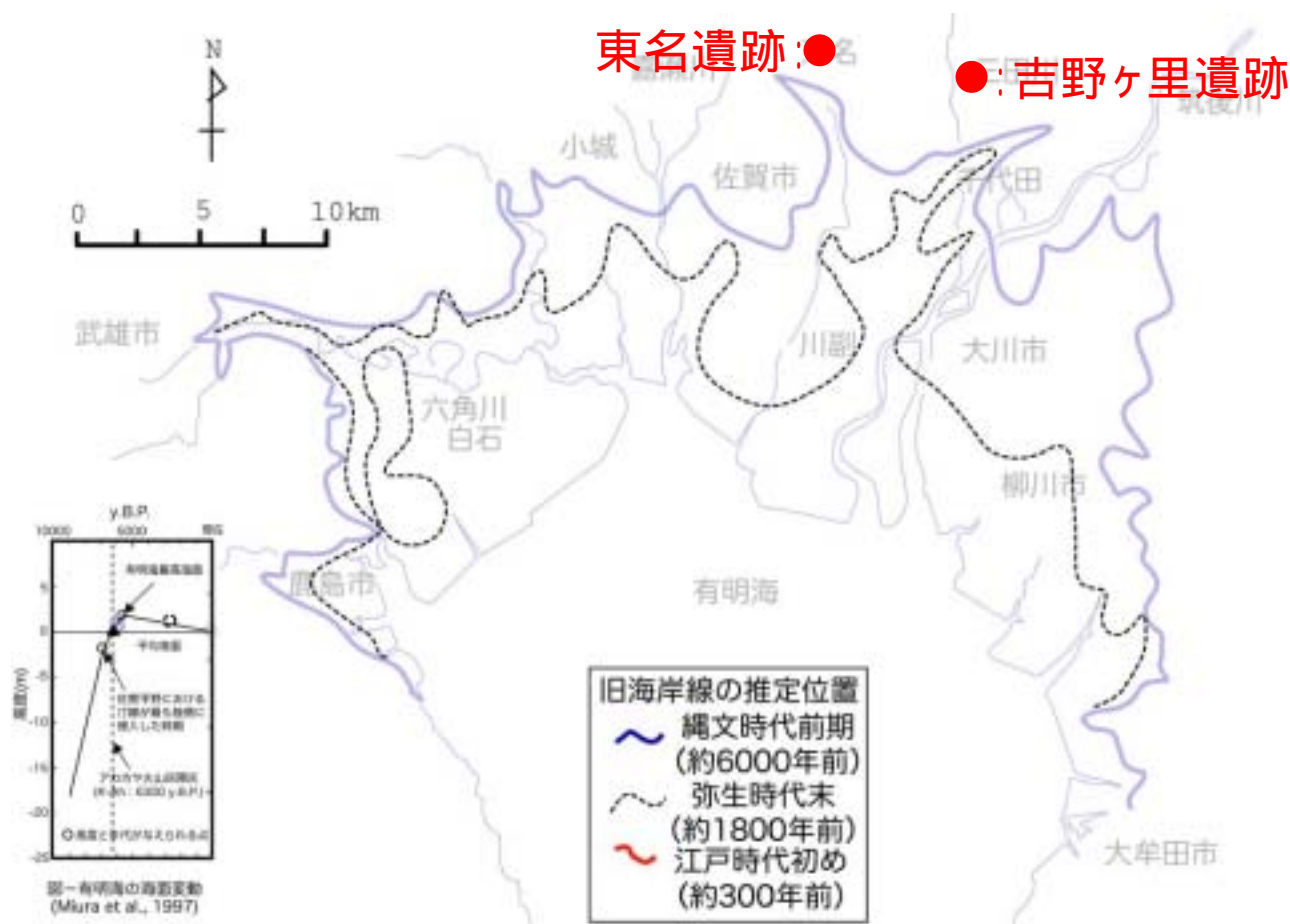
～ 東名遺跡 ～



4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (3)

～ 約1800年前の海岸線 ～



4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (4) ～ 吉野ヶ里遺跡～

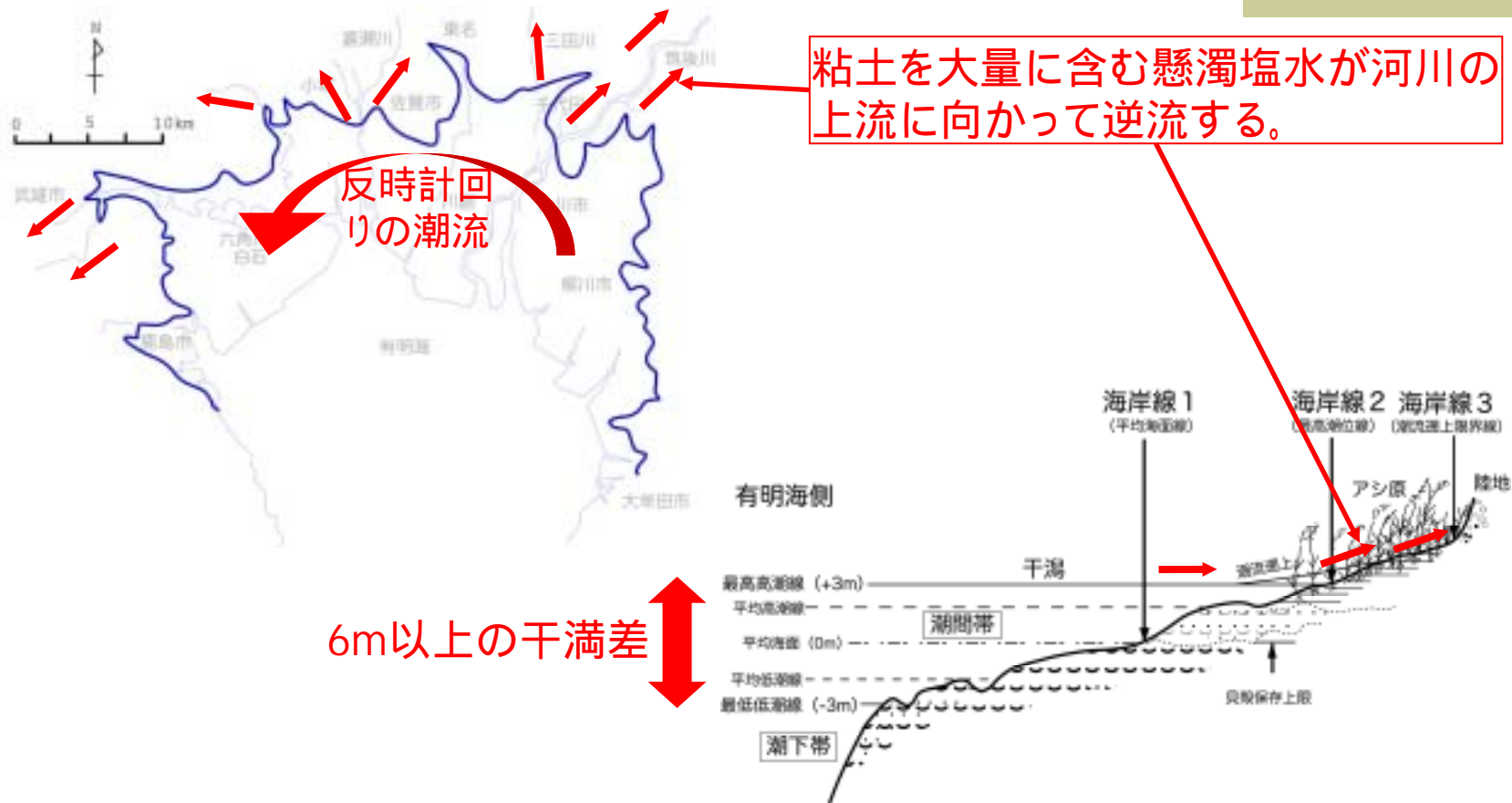


4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (5)

～ところで、粘土が川を遡る！？～

・現在の有明海に見られる「湾奥部における反時計回りの潮流」、「6m以上の干満差」は、少なくとも8,000年前から生じていたことが明らかにされている。



4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (6) ～ 有明海に注ぐ現在の主要感潮河川の状況～



六角川を約30kmも逆流遡上した
浮泥堆積物(武雄市大日)

筑紫平野の表層を占める沖積
粘土層(佐賀市瓦町)

ここでは、非海成粘土層
(A: 蓮池層)の下に海成粘土層
(B: 有明粘土層)が存在する。



4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (7) ～ 約1800年前の海岸線の変化に関する再説明～

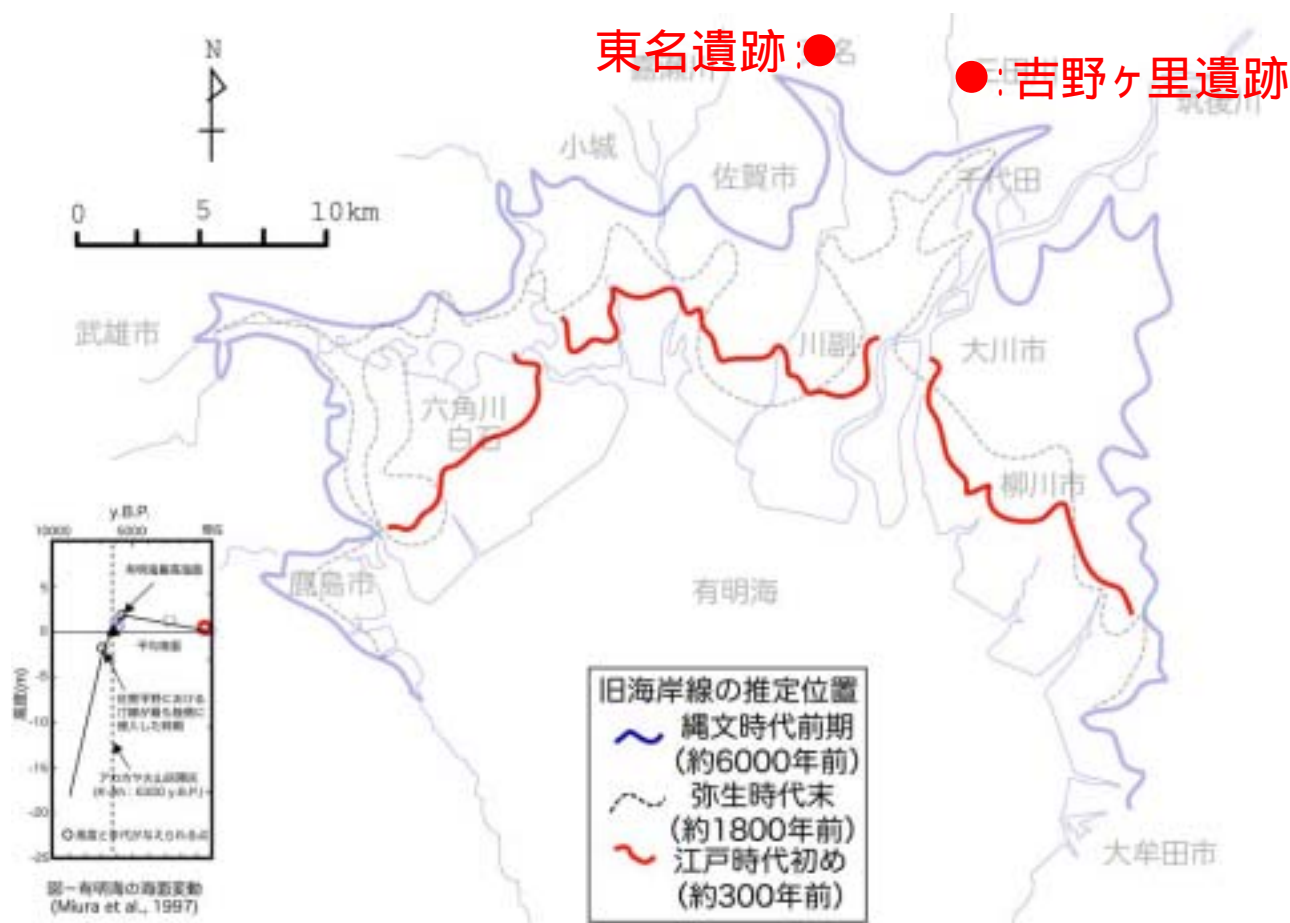
・有明海湾岸低平地域は、理科や社会の先生が嫌う形成史を有している。



4. 有明海湾岸低平地域の形成史

4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (8)

～ 約300年前の海岸線 ～

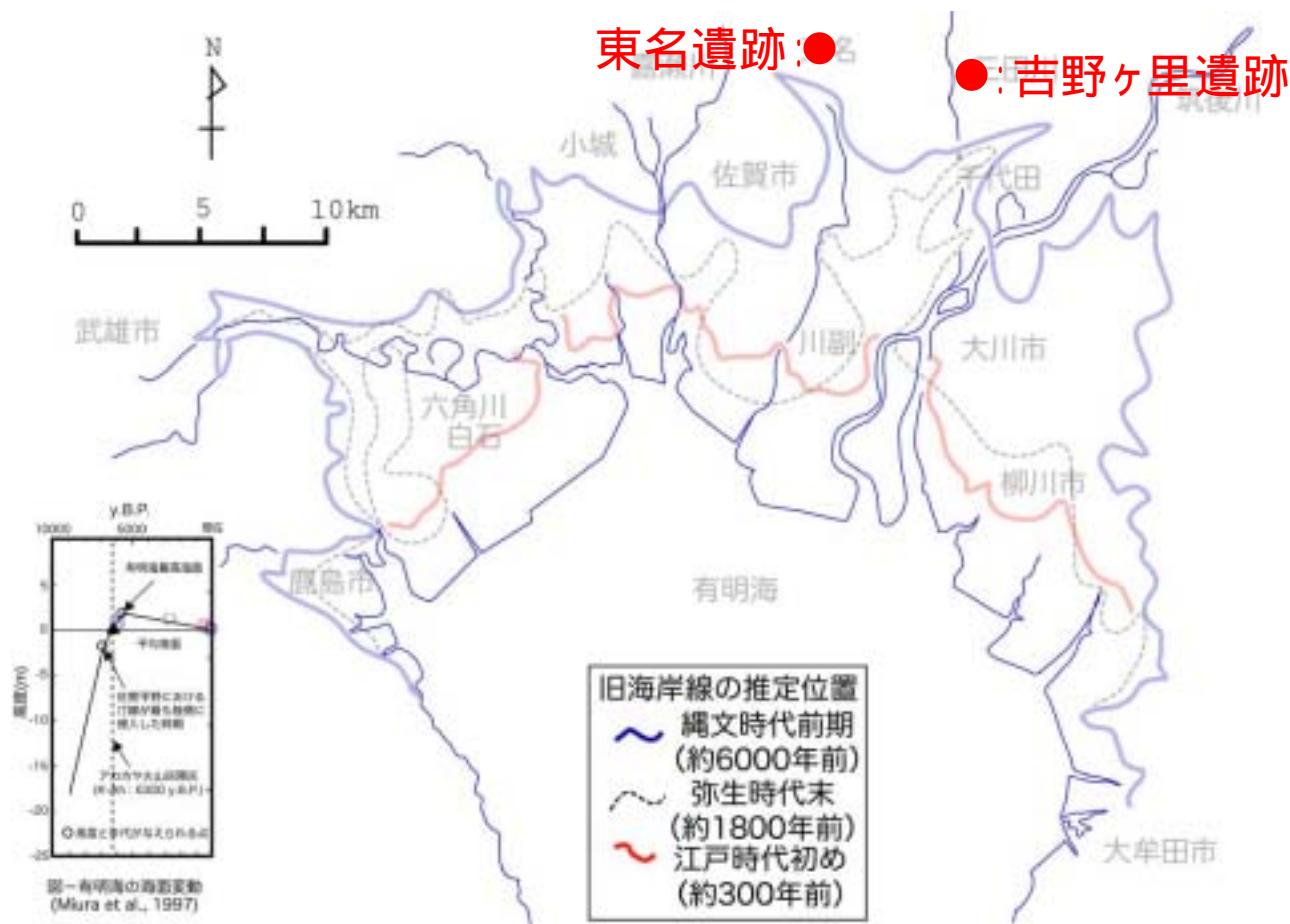


4. 有明海湾岸低平地域の形成史

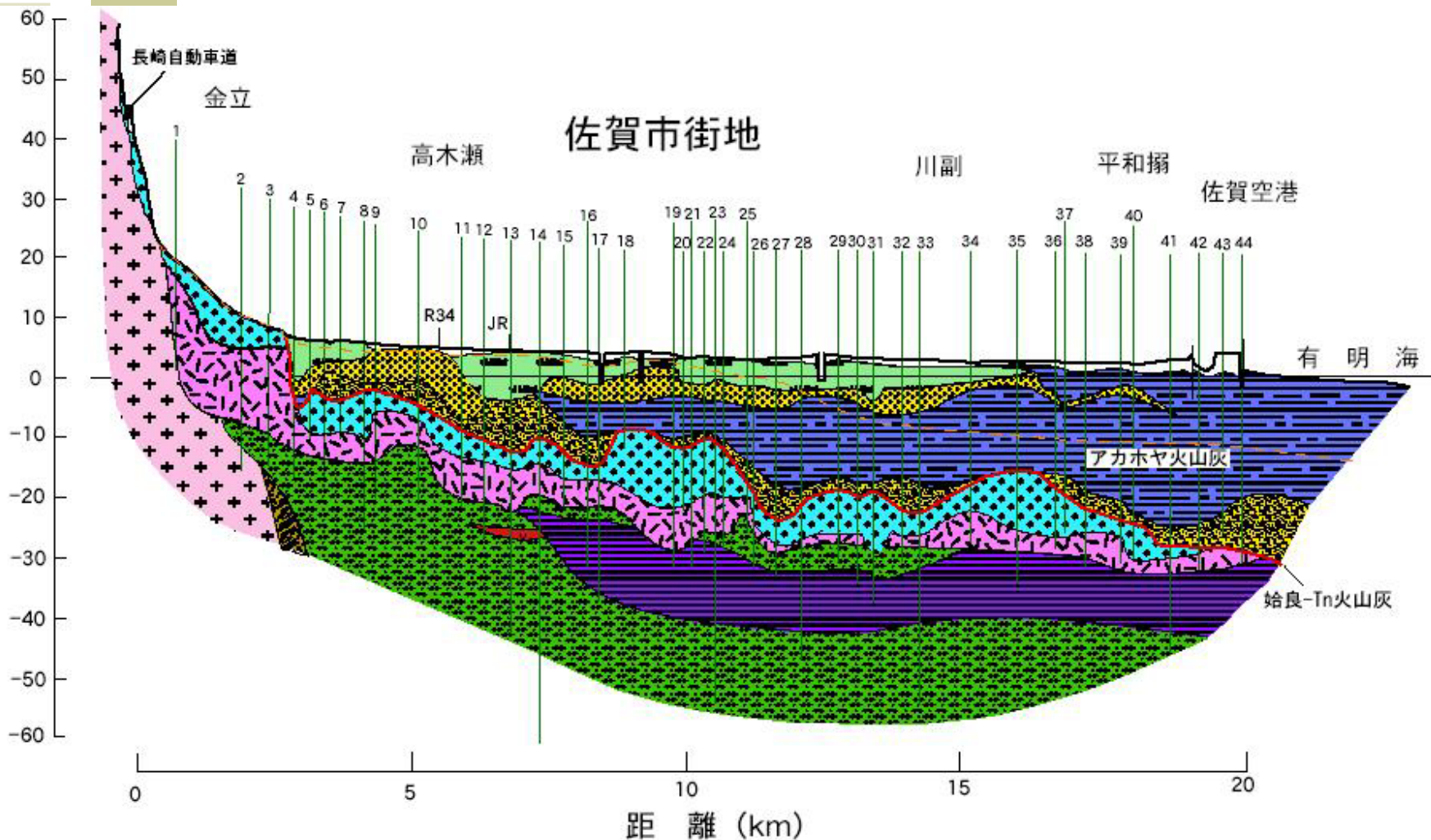
4.2 縄文海進とその後の海退に伴う海岸線の変化 (9)

～現在の海岸線～

・有明海湾岸低平地域の面積は、そのほとんどが人の手によって広げられたもの。オランダでは北海油田開発の関係でもっと詳しい海岸線の変化が復元されている。



5. 佐賀市の中心を走る南北の地下断面



6. 低平地域を厚く覆う軟弱粘土

6.1 有明粘土層から採取される粘土の鋭敏性



地盤から採取した直後の有明粘土
自ら立てる強さを持っている。

乱した有明粘土
かき混ぜるとドロドロになってしまう。

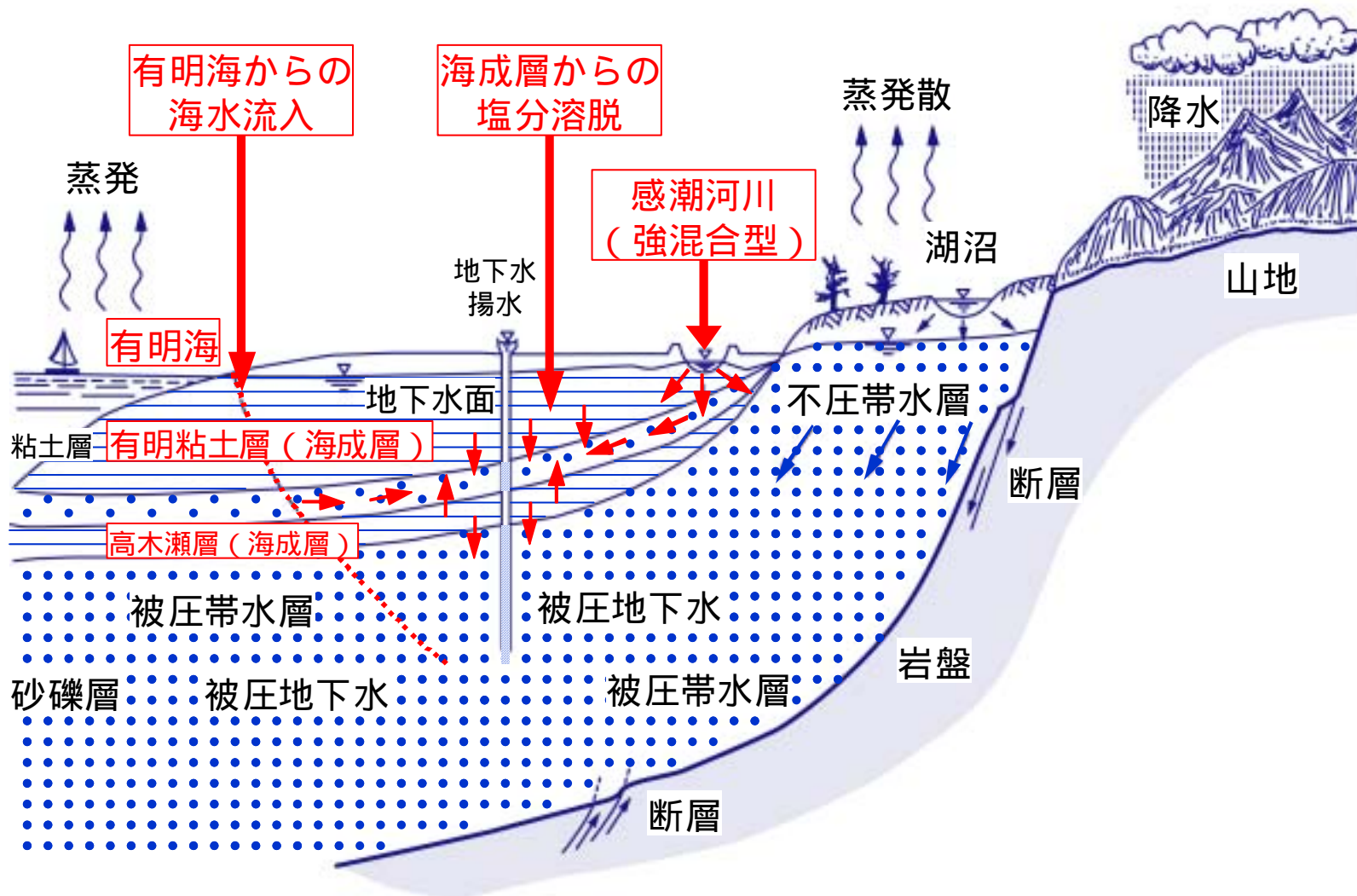


6. 低平地域を厚く覆う軟弱粘土

6.2 乱した有明粘土の映像

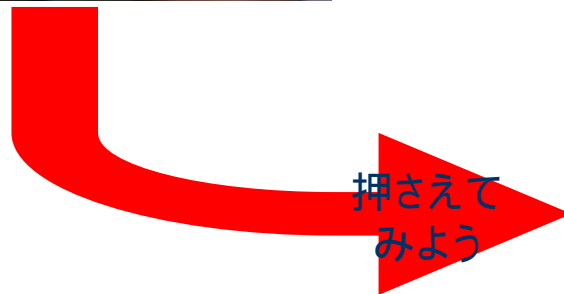
6. 低平地域を厚く覆う軟弱粘土

6.3 塩分溶脱現象による影響



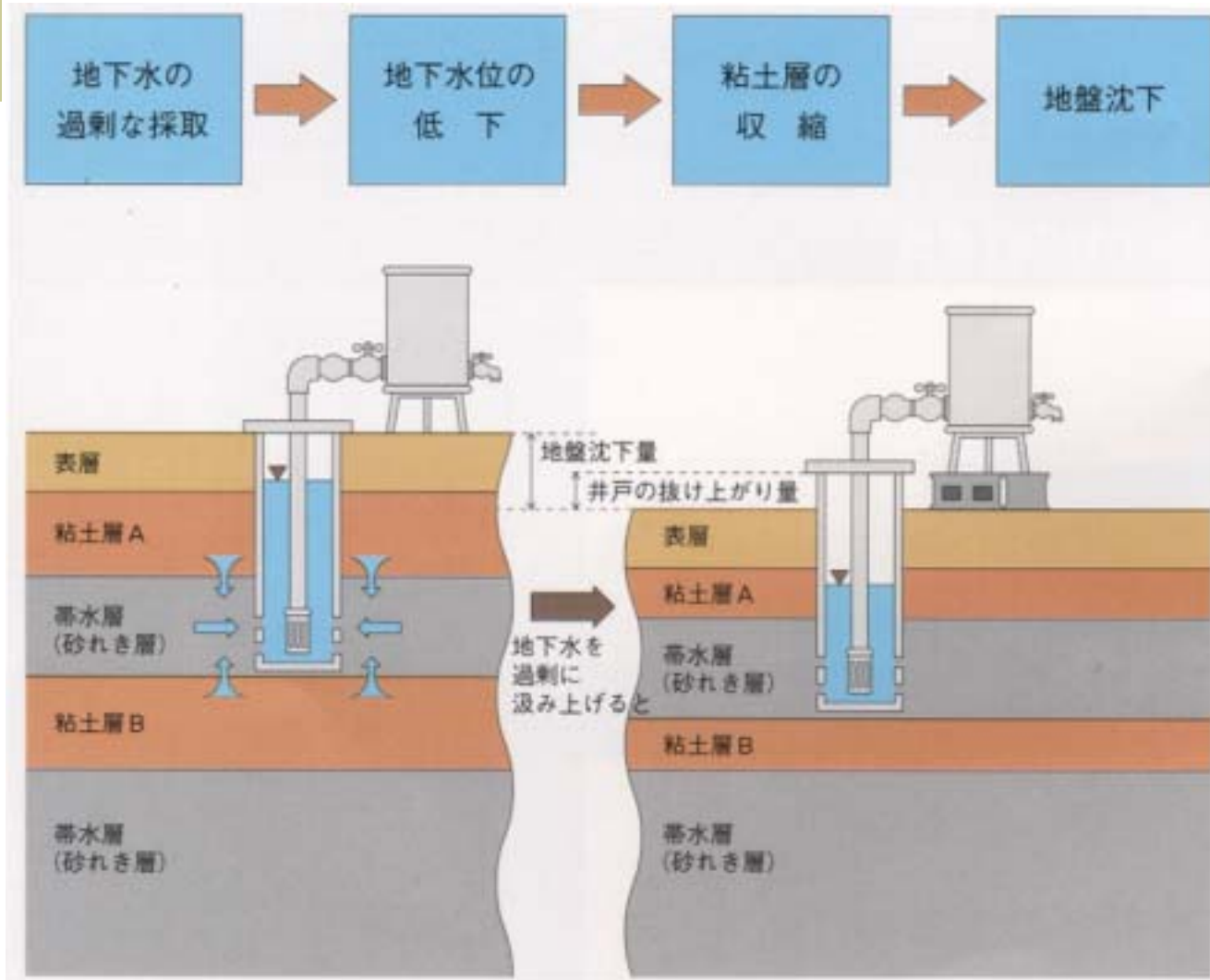
7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.1 スポンジの挙動



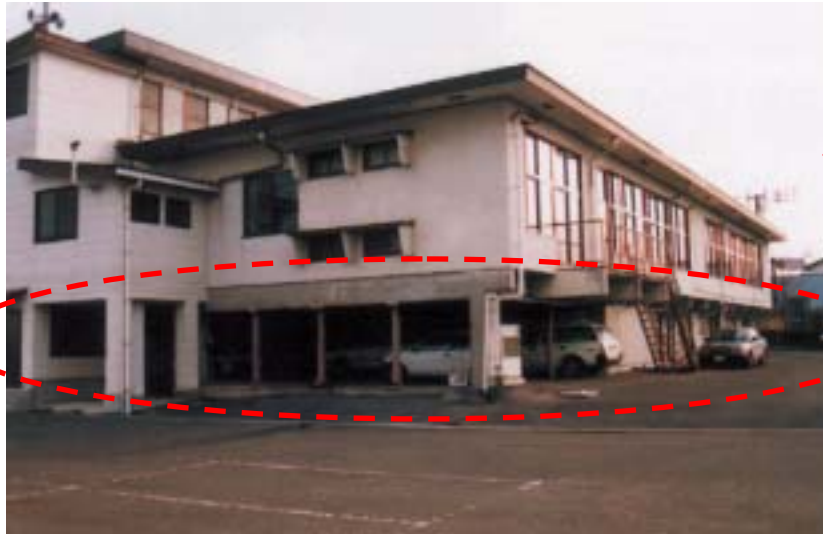
7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.2 地盤沈下のメカニズムと抜け上がり現象



7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.3 広域地盤沈下の現状 (1)



福富町役場

基礎の抜け上がりのためにできた空間を駐車場、資料室等に使用している。

もともと地下に埋まっていたところ

白石町・有明町

地盤沈下により橋の橋脚が傾いたため、欄干との間に大きな隙間ができています。



7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.3 広域地盤沈下の現状 (2)



有明町の道路

地盤沈下により道路の一部が抜け上がり、舗装面に約10cmの段差ができた。

段差のために、人や自転車は通行できない。

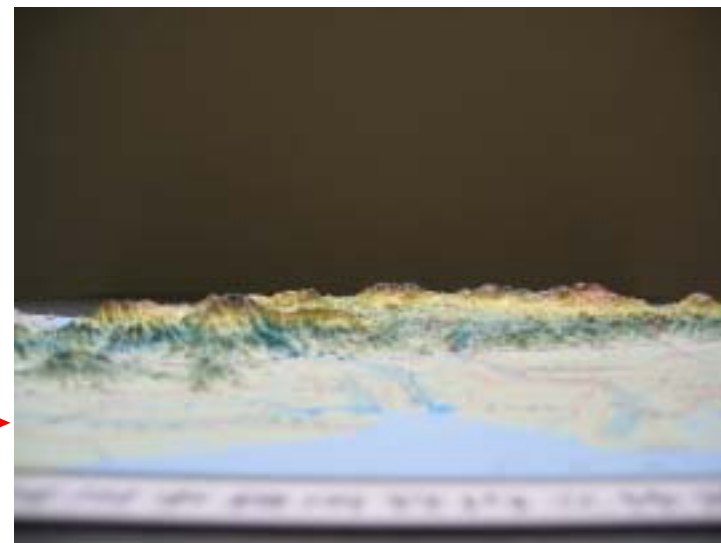
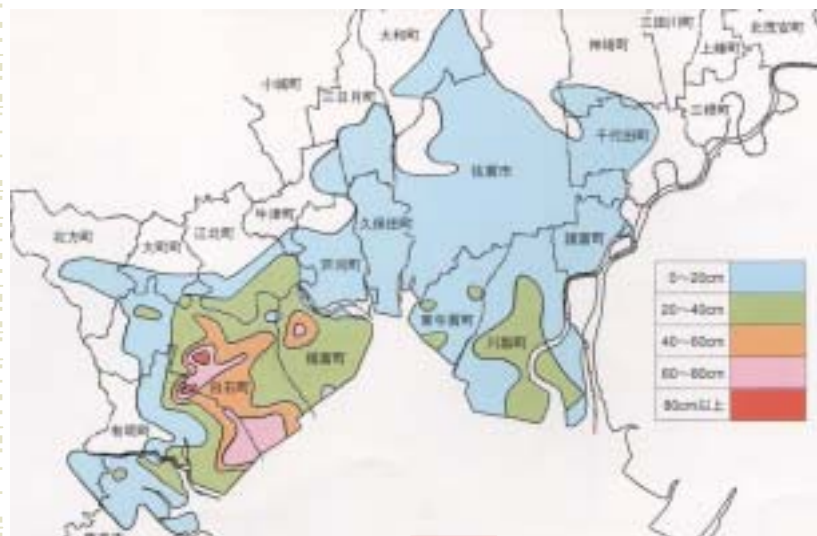
白石町北明水源地

揚水管が抜け上がったため、管の接続部分が破断した。今後の抜け上がり対策としてフレキシブル管で接続している。出典・佐賀県：佐賀平野の地盤沈下，p.9，1998.



7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.3 広域地盤沈下の現状 (3)

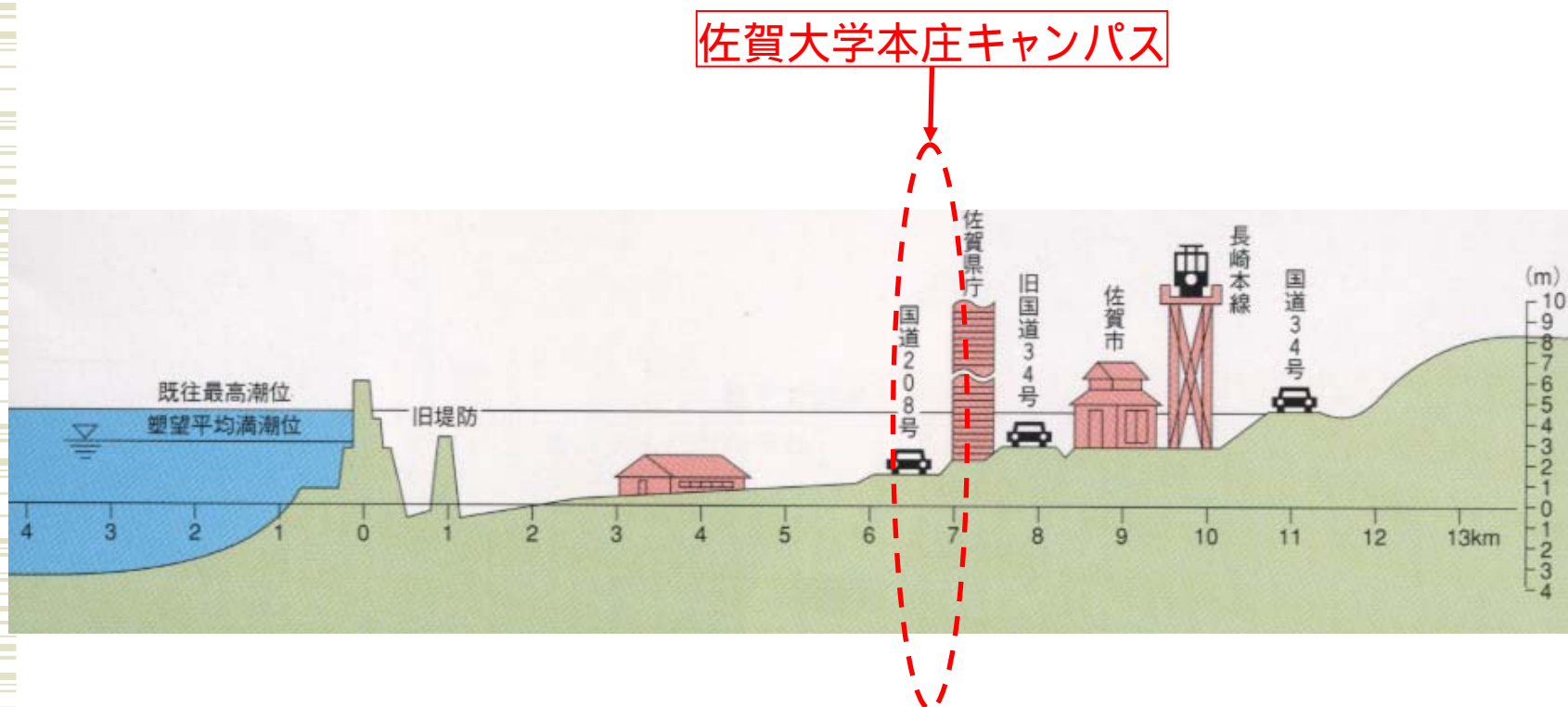


出典:

- 1)国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所:武雄河川事務所管内立体地図,2004.
- 2)佐賀県:佐賀平野の地盤沈下,p.6,1998.

7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.4 広域地盤沈下の結果 (1)



7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.4 広域地盤沈下の結果 (2)



平成2年度(1990年)の佐賀市中心部での浸水状況

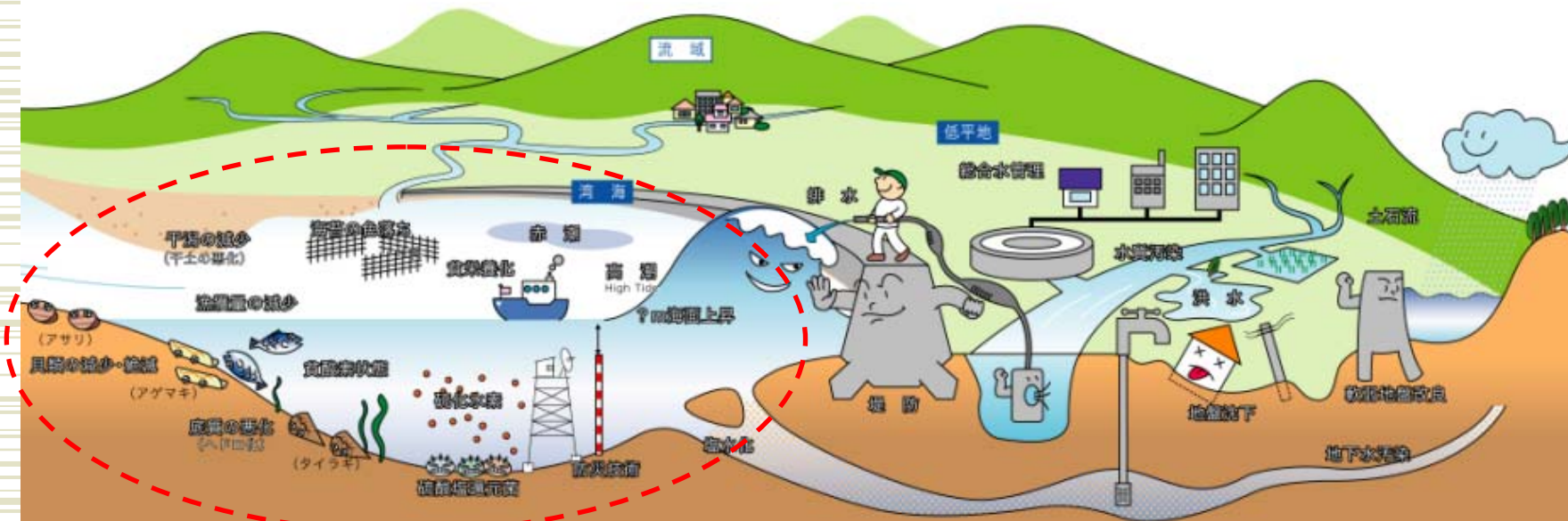
平成7年度の白石町の浸水状況
水田、道路等が冠水している。



7. 地盤沈下のメカニズムとその影響

7.5 オランダの洪水の映像

8. 有明海湾岸低平地域における新たな諸問題



有明海問題