

# 千葉県温泉と地質

千葉大学名誉教授

近藤 精造

## On the Hot Springs and Geology in Chiba Prefecture

Seizo KONDO

Professor Emeritus of Chiba University

### 1. 地質の概要

日本は火山国であって、火山に関連した温泉が各地にみられる。この中で千葉県は、「第四紀以後(過去170万年間)の活動」「火山固有の地形」という定義に当てはまる火山は一つもない。しかし、第三紀の千数百年前に火山活動のあった証拠として、銚子半島の利根川河口および長崎鼻に古銅輝石安山岩、鴨川の海岸に枕状溶岩をなす玄武岩が産出している。

千葉県の表層は新生界からなり、その基盤に関東山地西部から伸びる地質構造が推定されている。北西から南に向かって、領家帯、三波川帯、秩父帯、四万十帯が平行に分布しており、銚子半島の一部に秩父帯のチャートなどの岩石が地表に露出するが、その他基盤岩は第1表のようにボーリング試料で確認されている。

表1 千葉県における基盤に達したボーリング

坑井名	野田R1	下総観測井	船橋観測井	船橋FR18	成田R1	多古R1
地名	野田市 三ツ堀	沼南町 藤ヶ谷	船橋市 市場町	船橋市 夏見町	成田市 土屋	多古町 三倉
深度(m)	1037	1500	2139	2071	1018	826
基盤岩	片麻岩質 かこう岩	結晶片岩	黒色片岩	緑色片岩 黒色片岩	緑色片岩	緑色岩
地質帯	領家帯	三波川帯	三波川帯	三波川帯	三波川帯	御荷鉾帯

坑井名	八街R2	成東R2	旭R2	旭R1	飯岡R1	小見川R1
地名	八街町 八街	成東町 姫島	旭市 井戸野	旭市 椎名	飯岡町 三川	小見川町 八丁面
深度(m)	1969	2000	737	551	400	659
基盤岩	礫岩砂岩 互層	砂岩	砂岩	砂岩	砂岩	砂岩
地質帯	白亜系	秩父系	秩父帯	白亜系	秩父帯	白亜系

これら基盤岩の上に新生代の地層が千葉全域をおおってのっており、地層の分布は第1図のようになっている。また、それぞれの地層の層序を地質時代別に第2表に示した。房総南部の嶺岡山系を中心に南側は房南地向斜、北側は関東構造盆地の海底堆積物となっている。嶺岡山地を中心に東西方向に、古第三紀の嶺岡層群、中新世前期の保田層群が分布し、これら地層を貫いた嶺岡火成岩類の蛇紋岩、斑礫岩、玄武岩が東西方向に点々と露出している。

房南地域においては下部層として、西岬地域、千倉～白浜の海岸地域でしゅう曲構造を示す三浦層群、上部層として、上総層群下部相当の豊房層が上記両地域の間に分布している。

嶺岡山系から北側では、下部層として中新世～漸新世の三浦層群、中部層として厚いところで2000mにもおよぶ上総層群、上部層としては最大300m層厚の未固結の下総層群の地層からなっている。

三浦層群は地表で鋸山付近から清澄山を経て天津付近まで東西方向に広く分布し、東西方向に近い軸をもつ緩い背斜・向斜構造を示している。この地層群は下総台地において、地下約1200m～1500mで見られている。

上総層群は上総丘陵地域を中心に露出し、東側で厚く西側で薄くなり、それぞれの堆積環境が違っている。東側で上、中、下の3層に区分され、上部は大陸棚、中、下部は大陸斜面上の堆積物といわれ、西側は大陸棚の浅海性堆積物とされている。下総台地では地下約300m～1200mにおいて上総層群がみられている。堆積時代は鮮新世後期～更新世中期とされ、下位の三浦層群とは黒滝不整合で境し、上位の下総層群との境界を笠森層上限においたが、笠森層と金剛地層は同時異相だとし金剛地層までを上総層群とする意見もある。

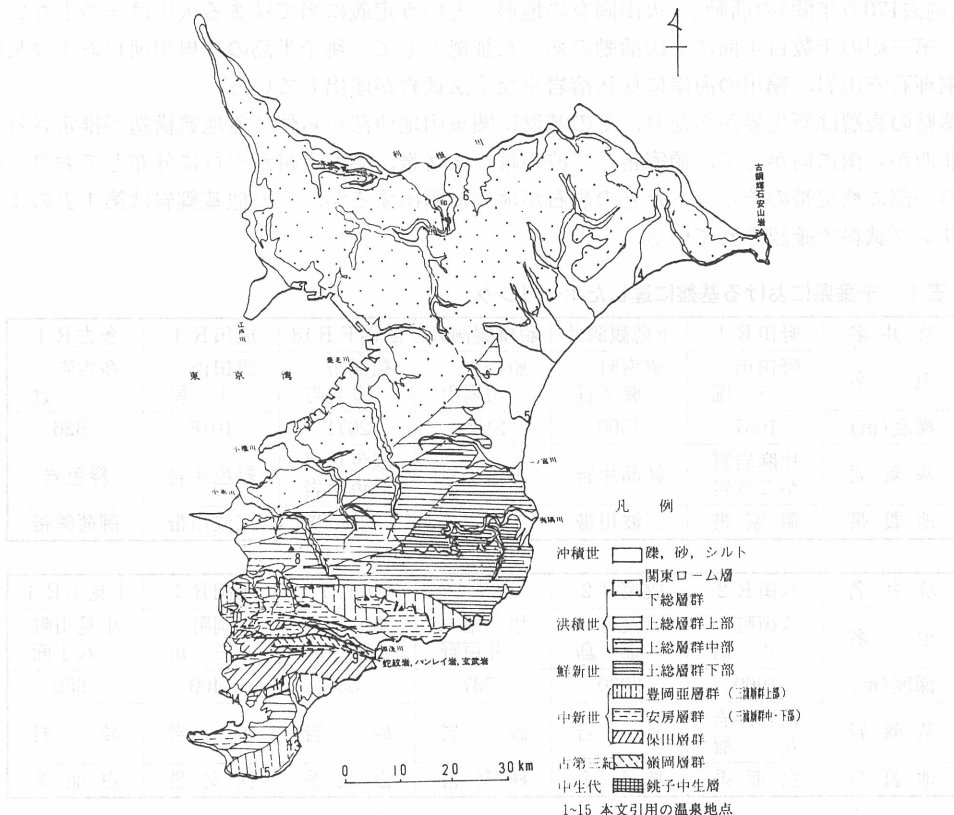


図1 千葉県地質略図

表2 千葉県の地質層序

地域時代	房総主部(西←→東)			房総南部	銚子	年代 Ma			
第四紀	完新世	沖積層			沖積層	沖積層	0.01		
	更新世	関東ローム層	立川ローム層			立川ローム層	0.01		
			武蔵野ローム層			武蔵野ローム層			
		下総層群	上部	常総粘土層・姉崎層			常総粘土層	0.1	
				成田層			木下層		香取層
							上岩橋層		
			下部	清川層				豊里層	
				藪層					
				地藏堂層					
		新世	上部	佐貫層			犬吠層	0.45	
				長浜層・万田野層					飯岡層
	中部		笠森層					0.6	
			長南層						
			柿ノ木台層						
			国本層						
	下部		市宿層					0.8	
			梅ヶ瀬層						
			岩坂層						豊房層
			大田代層						
		黄和田層							
大原層									
鮮新世	十宮層	浪花層			2.5				
		勝浦層							
		竹岡層							
		黒滝層							
中新世	三浦層群	萩生層			名洗層	5.1			
		稲子沢層							
		千畑層							
	安房層群	清澄層				千倉層 (断層)	夫婦ヶ鼻層		
		天津層							
		木の根層							
第三紀	保田層群	中尾原層			12				
		奥山層							
		大崩層							
古第三紀	嶺岡層群	(断層)			(50)				
		保田層群							
		嶺岡層群							
白亜紀					銚子層群	(100)			
三疊紀					愛宕山層群	(240)			

下総層群は千葉県の北半部を占める下総台地に広く分布し、表層に、富士火山起源の風成層を主体とした関東ローム層が数mの厚さでのっている。下総層群の地質構造は、上総層群との境界付近では走向が北東-南西で、北西に10°近い傾斜をしているが上位に行くにつれ緩くなり下総台地の北部では、ほとんど水平になっている。

## 2. 温泉の特徴

千葉県の大半はこのように堆積岩から構成されており、温泉はすべて非火山性であり、泉温は25℃以下のものが多く、深部からの揚水している温泉では地温勾配による温度上昇がみられている。船橋温泉が深度1500mで50℃、大利根温泉が深度1126mで40℃の泉温の記録もあった。

泉質としては、約95源泉の大半はNa-Cl泉であって、Na-Cl・HCO<sub>3</sub>泉も多く、単純硫黄泉がわずか知られている。全般でI<sup>-</sup>を含有するものが多くみられるのも特徴の一つである。これら温泉のタイプは主に化石水型であって、海岸地域にあるものは海水型に相当している。

化石水型は地層中に閉じ込められた海水に由来するもので、海水型とは成分的に区別しにくい。千葉県における化石海水は天然ガスの溶存したかん水であって、第3表のようにNa<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>が圧倒的に多く、現在の海水に比べHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、I<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>が多く、Mg<sup>2+</sup>が少ない。

天然ガスに伴うかん水を温泉源とする船橋、亀山、袖ヶ浦、旭、白子、成田の温泉では上記傾向がよく表れ、蒸発残留物がときに30g/lにも達し、現海水の85%もの塩分を含有しているものもある。

多くの温泉はこの化石水が循環地下水と混合しており、この循環地下水が地域の岩石に影響されるため、泉質を変化させている。養老、鹿野山、曾呂、保田などの温泉は溶存量も減少しているが、成分比では似た傾向を示している。

これに対して、海岸地域にある温泉の多くは食塩泉であってNa<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>を主とし、比較的Mg<sup>2+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>などが多く、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>が少ない傾向が認められるが、地域の岩石、深度などによる相違も表れている。

表3 天然ガスかん水と温泉水の化学組成 (mg/l)

地域名	水 質										
	pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>
海水	8.1	10548	380	400	1270	1.29	18980	2650	130	65	0.06
新潟ガス田	7.5	4220	255	335	600	85.7	8380		1300	95	17.9
茂原ガス田	7.6	10320	297	212	379	241	17240		372	80	105
1. 船橋	8.0	8999	18	228	8.1		10325	1.2			20
2. 亀山	8.2	5036	144	160	77	17.6	8082	9.6	591	5.1	5.4
3. 袖ヶ浦	7.3	6986	216	198	141	55.8	11832		503	59.4	15.3
4. 旭	8.3	9254	287	510	305	110	16116	3.0	455	53.8	40.6
5. 白子	7.6	11630	260	238	195	379	19121		757	20.4	117
6. 成田	7.2	9525	255	307	461		18070	6.5	351	119	44.1
7. 養老	7.6	889	251	41	23	5.0	1410	3.4	358		6.3
8. 鹿野山	8.6	2580	50	23	30	44.8	3699		902		6.3
9. 曾呂	8.2	350	23	2.4	1.5	0.4	128	9.1	738		
10. 保田	8.1	823	8	57	23	3.5	1259	100	217		0.2
11. 小浦	8.0	165	7	49	19	1.7	85	127	366		
12. 鴨川	8.5	138	4	23	4.5	—	75	3.5	364		
13. 千倉	8.0	648	33	14	37		774	232	369		
14. 那古	7.6	1880	48	116	188		2713	315	1222		
15. 白浜湯元	8.2	2486	19	501	4.3		4322	558	30.2	1.7	

### 3. 温泉と地質との関連

#### (1) 上総層群化石水を泉源とする温泉

温泉の大半は上総層群の中、下部層に関連している。大陸斜面における半深海性の厚い堆積とともに、海藻のような有機物が還元的环境で分解しメタンとなり、このメタンが地層中に閉じ込められた化石海水に高圧のもと溶存し、天然ガスかん水に変わり温泉水となっている。

天然ガスの採取が、主に上総層群の国本層、梅ヶ瀬層、大田代層、黄和田層中から行われており、温泉もこれら上総層群と関連したものが多く、石川・友成(1984)は天然ガス付随水の化学組成の変化を、採取の中心的層位を基準に、国本層～梅ヶ瀬層の浅層、大田代～黄和田層上部の中層、黄和田層下部以下の深層に三分して比較した。その結果Cl濃度が中層、深層と大きくなり、深層で約19g/lとなっており、I<sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>濃度が九十九里地域において南ほど大きく、Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup>比も北から南にかけて増大しているとしている。上総層群に関連する温泉でも、それぞれの汲み上げ地層の層位による化学組成の変化が推定される。

泉源の深さは、上総層群が地表近くにみられる上総丘陵地域においては、比較的浅い場所から温泉水が汲み上げられ、下総台地では500m以上の深さの上総層群中から汲み上げられている。それぞれの深さの違いが、地温勾配による水温差を生じている。

#### (2) 先上総層群の化石水を泉源とする温泉

千葉県南部においては、上総層群より古い地層中の化石水を源泉とする温泉がある。この場合もメタンの含有量は減少しているが、天然ガスを伴うことが知られており、その温泉は上総層群中と同じような地質環境による成因と推定される。

曾呂、岩婦、小浦、保田などの温泉はこの区分に入るが、少量の遊離H<sub>2</sub>Sを含む特徴があり、特に小浦温泉ではCl<sup>-</sup>が少なく硫黄泉とされている。

また、地質関係は不明なものが多く、断層や割れ目に沿って湧出するものが大部分である。

#### (3) 海水型の温泉

千葉県において海水型の温泉は、館山、白浜、千倉、丸山、鴨川などであり、房総の南端近くの海岸に分布している。いずれも数mの沖積層の地域で、下部は第三系の岩盤からなっている。

この岩盤を貫いて掘削し汲み上げている温泉で、100m程度の比較的浅い、那古、白浜、千倉などでは、Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が多く、海水に近い組成を示している。また、循環水の影響も加わり、白浜など、地層が泥灰岩からなるときには、Ca<sup>2+</sup>が特に多くなっている。

## 4. 結 び

千葉県下の温泉について地質構造との関連につき考察すれば、大部分が化石水型に属していることは明らかである。しかし、個々の温泉が、どの層位にある化石水に由来しているか細かい点は詳らかでない。さらに循環地下水との混合がみられ複雑となっている。

天然ガス随伴水の層位別の検討を含め、温泉掘削、汲み上げの正確な資料の収集を待たないとその解析は容易でないと考えられる。

参考文献

福田 理(1971)わが国のヨード資源. 地質ニュース No.199, 1-23.

石川秀雄・友成明久(1984)千葉県九十九里地域における天然ガス付随水中の化学元素の分布. 千葉大教育紀要, 33, 43-56.

本島公司・品田芳二郎(1971)千葉県鴨川・勝山地域の天然ガスとヨウ素資源について. 地調月報, vol 22, 629-635.

中島輝允・牧本 博・平山次郎・徳橋秀一(1981)鴨川地域の地質. 地域地質研究報告. 東京(8), 95号.

杉崎隆一・吉本泰介・加藤喜久雄・杉浦 隆・南関東ガス田の地球化学的考察. (1963)地質雑, 69, 67-81.

鈴木尉元・小玉喜三郎・三梨 昂(1990)那古地域の地質. 地域地質研究報告. 東京(8), 94号.

千葉県衛生部薬務課(1985)千葉県温泉ガイド.

地質調査所(1979)東京湾とその周辺地域の地質 特殊地域図(20).

徳橋秀一・遠藤秀典(1984)姉崎地域の地質. 地域地質研究報告. 東京(8), 76号.

山岸忠夫(1960)温泉鉱泉の研究. 山岸教授退官記念. 1-77.

泉脈による温泉と水圧計の観測録士表(1) 右図に示すように泉脈は下層岩盤の亀裂に沿って湧出する。この場合、湧出量は地下水位と地表水位との差に比例する。したがって、地下水位の低下は湧出量の減少を招き、逆に地下水位の上昇は湧出量の増加を招く。このように、地下水位の変動は湧出量に大きな影響を及ぼす。したがって、地下水位の観測は、湧出量の推定に重要な手がかりとなる。

泉脈の透水係数(2)

この場合の透水係数は、地下水位の低下速度と湧出量の減少速度との比に等しい。したがって、地下水位の観測と湧出量の観測から、透水係数を推定することができる。このように、地下水位の観測は、泉脈の透水係数を推定するための重要な手がかりとなる。

付 録

この付録は、本論文の補足資料として、地下水位の観測データと湧出量の観測データを掲載する。このように、地下水位の観測データと湧出量の観測データを掲載することで、本文の内容をより詳しく説明することができる。したがって、この付録は、本文の内容をより詳しく説明するための重要な手がかりとなる。