

伊豆半島東岸水圏での元素分布の地球化学的トレース

(昭和42年10月14日受理)

井 東 澄 雄*

The Geochemical Tracing of the Distribution of Elements of the East Seaside Hydrosphere on the Izu Peninsula

By Sumio Ito*

Synopsis: The element distribution of the east seaside hydrosphere on the Izu peninsula was traced geochemically about the spa analysing data which belonged to the Chemical Department of Hygienic Research Institute, Shizuoka Prefecture. The order of main and sub- ionic ingredients quantities, in the spas of this district, is practically coincident with the principal order of quantities of ions in general spas in Japan. But it can be seen that there are comparatively large quantities of cations in spas of traced area as a whole.

1. 緒 言

岩石圏、大気圏および生物的（有機的）成分¹⁾の元素分布の追究は地球化学²⁾、地球物理学³⁾、地質学⁴⁾⁵⁾、などの分野からそれぞれの方法によって行なわれているが、元素分布トレースの要点は各圏の間の物質の移動、交換に伴う元素の推移がたえず行なわれていることで、これを正しく把握することが重要である。これについては地球化学的バランスとしての一国⁶⁾の詳細な報告がある。著者は地球化学的に伊豆半島東海岸の元素分布を考察するため、まず水圏を検討した。水圏では温泉（鉱泉）を主に取上げるが、岩石圏、土壌などにおよぼす影響の一つとしての温泉粘土（Solfataric clay）および火山岩帯特有の性質も温泉、鉱泉と関係がある。伊豆半島は地質的には第三紀（Tertiary period）末から第四紀（Quaternary p.）にあたり、火山岩地帯であり、地形的には富士火山帯に所属し、土壌的⁷⁾⁸⁾には母岩の風化した土でおおわれている。一般に第四紀は地史上もっとも新しく、洪積世（Pleistocene）と沖積世（alluvial epoch）に分類され、洪積世は周期的氷河現象がみられる。沖積世は地表上における気候、地形が現代と大差がないが、地形的には横（走向）ずれ、地震断層が著しい。若い断層活動の行なわれた伊豆半島周辺には峡谷地形はほとんど認められない。とくに地すべりは北伊豆地方の古い時代の温泉作用で、岩石が変質し粘土化したところに多い。広範囲には

温泉地すべりに含まれる。この種の地すべりは隠岐、佐渡、薩摩半島の西南端などにも分布する。今日までの伊豆半島の地質・地形、岩石・造岩鉱物についての地球化学的研究²⁾はかなり進められており、地形学的にも吉川ら¹⁰⁾の海岸地域の地殻変動と地震との関係の新らしい研究がある。静岡県は地質図の作成と地温の分布状況調査に着手しているが、温泉の研究も主な成分について行なわれ、1966年に静岡県衛生研究所環境衛生化学室の鈴木¹¹⁾による多くの温泉についての成分分析の報告があり、1967年には静岡大学地学教室の鮫島¹²⁻¹⁵⁾による温泉に関する報告がある。また1936年には福富¹⁶⁾による温泉と地形・地質、湧出温度と化学成分、火山噴火に伴なう温泉変化など広範囲の温泉に関する研究がある。

2. 資料と考察

2.1 温泉・鉱泉成分からみた水圏の元素分布状態

静岡県衛生研究所化学科保存の資料の中から東海岸沿いの伊豆山から稲取まで約35ヶ所の湧出地を選定して **Table 1** に熱海、**Table 2** に伊東、**Table 3** に伊豆山、伊豆多賀、網代、熱川、片瀬、稲取など各地区の温泉のイオン性物質の主成分、副成分の一覧を示し、**Fig.1** にこれら全体の分布状態を示した。温泉分析値の選定基準としては他の諸圏の試料採取地と関連性をもたせると同時に、熱海市（旧市）の場合、海岸寄りの湧出地は陰イオンの主成分である Cl^- が多いことを考慮し全体として山手の方を、伊東市の場合は湧出地の中心である岡区、さらに山手にあたる鎌田、吉田区より、他地区も熱海、

* 化学研究室 助教授
Assistant Professor, Chemical Research Laboratory

Table 1 The chief ionic ingredients of spa at Atami

chief ingredients location		main ingredients				sub-ingredients			
		cation (mg/kg)		anion (mg/kg)		cation (mg/kg)		anion (mg/kg)	
1	— A	Na ⁺	758.9	Cl ⁻	1827	Ca ⁺⁺	506.2	SO ₄ ⁻⁻	453.2
1	— B	Na ⁺	325.2	Cl ⁻	1021.0	Mg ⁺⁺	30.01		
1	— C	Na ⁺	146.3	SO ₄ ⁻⁻	329.4	Ca ⁺⁺	288.7	SO ₄ ⁻⁻	323.8
1	— D	Ca ⁺⁺	270.3	SO ₄ ⁻⁻	555.4	Mg ⁺⁺	83.00	Cl ⁻	123.5
1	— E	Ca ⁺⁺	1717	Cl ⁻	4281	Ca ⁺⁺	72.51	HCO ₃ ⁻	44.78
1	— F	Na ⁺	2072	Cl ⁻	5512	Mg ⁺⁺	12.38		
1	— G	Ca ⁺⁺	279.8	SO ₄ ⁻⁻	798.8	Na ⁺	200.1	Cl ⁻	400.6
1	— H	Ca ⁺⁺	291.1	Cl ⁻	607.9	Na ⁺	1043	SO ₄ ⁻⁻	776.9
						Ca ⁺⁺	1045	SO ₄ ⁻⁻	255.6
						Na ⁺	246.9	Cl ⁻	1280.2
						Na ⁺	207.2	SO ₄ ⁻⁻	299.0

Table 2 The chief ionic ingredients of spa at Ito

chief ingredients		main ingredients				sub-ingredients				Cf.
location		cation (mg/kg)		anion (mg/kg)		cation (mg/kg)		anion (mg/kg)		
2 — A	Na ⁺	113.9	SO ₄ ⁻⁻	180.6	Ca ⁺⁺	22.44	Cl ⁻	68.89	HPO ₄ ⁻⁻ } SiO ₃ ⁻⁻ } {trace} HASO ₂ ⁻ } { " } ASO ₂ ⁻ } HASO ₂ ⁻ } (") Al ⁺⁺⁺ } BO ₂ ⁻ } HBO ₂ ⁻ } (")	
2 — B	Na ⁺	248.2	Cl ⁻	304.0	—	—	SO ₄ ⁻⁻	202.7		
2 — C	Na ⁺	82.21	SO ₄ ⁻⁻	140.2	Ca ⁺⁺	12.22	Cl ⁻	37.66		
2 — D	Na ⁺	6227	Cl ⁻	14496	Mg ⁺⁺	1198	SO ₄ ⁻⁻	1578		
2 — E	Na ⁺	311.6	Cl ⁻	713.9	Ca ⁺⁺	201.6	SO ₄ ⁻⁻	288.5		
2 — F	Na ⁺	60.61	SO ₄ ⁻⁻	93.21	Ca ⁺⁺	19.49	Cl ⁻	35.34	SiO ₃ ⁻⁻ (")	
2 — G	Na ⁺	144.9	SO ₄ ⁻⁻	331.2	Ca ⁺⁺	58.47	Cl ⁻	74.48	—	
2 — H	Na ⁺	94.09	SO ₄ ⁻⁻	218.4	Ca ⁺⁺	37.30	Cl ⁻	53.01	SiO ₃ ⁻⁻ (")	
2 — I	Ca ⁺⁺	373.0	SO ₄ ⁻⁻	1257	Na ⁺	225.4	Cl ⁻	147.5	—	
2 — J	Na ⁺	433.5	Cl ⁻	490.3	Ca ⁺⁺	67.77	SO ₄ ⁻⁻	318.8	—	

Table 3 The chief ionic ingredients of spa at Izusan, Ajiro, Hokkawa, Atagawa, Katase and Inatori

chief ingredients location		main ingredients				sub-ingredients			
		cation (mg/kg)		anion (mg/kg)		cation (mg/kg)		anion (mg/kg)	
3	— A	Ca ⁺⁺	235.5	SO ₄ ⁻⁻	659.0	Na ⁺	183.6	Cl ⁻	277.8
3	— B	Ca ⁺⁺	292.6	SO ₄ ⁻⁻	837.2	Na ⁺	227.3	Cl ⁻	336.9
3	— C	Na ⁺	178.8	SO ₄ ⁻⁻	450.5	Ca ⁺⁺	128.3	Cl ⁻	159.4
3	— D	Ca ⁺⁺	2221	Cl ⁻	9276	Na ⁺	2169	—	—
3	— E	Ca ⁺⁺	3515	Cl ⁻	11417	Na ⁺	2971	—	—
3	— F	Na ⁺	5899	Cl ⁻	18637	Ca ⁺⁺	4764	—	—
3	— G	Na ⁺	253.4	Cl ⁻	531.5	Ca ⁺⁺	149.5	SO ₄ ⁻⁻	183.3
3	— H	Na ⁺	786.3	Cl ⁻	1294	Ca ⁺⁺	235.5	SO ₄ ⁻⁻	467.1
3	— I	Na ⁺	75.84	Cl ⁻	891.7	—	—	SO ₄ ⁻⁻	515.2
3	— J	Na ⁺	737.6	Cl ⁻	1010	—	—	SO ₄ ⁻⁻	530.1
3	— K	Na ⁺	542.395	Cl ⁻	836.113	—	—	SO ₄ ⁻⁻	336.73
3	— L	Na ⁺	746.6	Cl ⁻	884.6	—	—	SO ₄ ⁻⁻	560.6
3	— M	Na ⁺	745.6	Cl ⁻	888.6	—	—	SO ₄ ⁻⁻	601.4
3	— N	Na ⁺	722.8	Cl ⁻	846.7	—	—	SO ₄ ⁻⁻	615.8
3	— O	Na ⁺	675.2	Cl ⁻	855.6	—	—	SO ₄ ⁻⁻	531.2
3	— P	Na ⁺	782.5	Cl ⁻	971.7	Ca ⁺⁺	86.42	SO ₄ ⁻⁻	448.8
3	— Q	Na ⁺	675.2	Cl ⁻	855.6	Ca ⁺⁺	131.7	SO ₄ ⁻⁻	531.2

(注) Table 1, 2, 3 の湧出地名と記号

記号	温泉の位置	記号	温泉の位置
1-A	熱海市野中町1,996	3-A	熱海市伊豆山坂道坂西 531-9
1-B	" 上宿町	3-B	" " 字上の池 708-5
1-C	" 福道735	3-C	" " 字的場 304-2
1-D	" 熱海字林ヶ久保1730-113	3-D	" 下多賀字宮の下 43-2
1-E	" 熱海字若林 1774-102	3-E	" 網代字宮崎 344-4
1-F	" 熱海字立石 586-2	3-F	" " 字荒見場 256-1
1-G	" 熱熱字狭間田 1055-2	3-G	静岡県賀茂郡東伊豆町奈良本字磯辺 1117
1-H	" 字葛原田 1497-12	3-H	" " " 字磯の上 1206-5
2-A	伊東市岡字旭 1274-23	3-I	" " 城東村 " 992-1-1
2-B	" " 字才勝原 622-2	3-J	" " 熱川
2-C	" " 字大樋 172-2	3-K	" " 奈良本字松原 223-3
2-D	" " 字上の坊 853-4	3-L	" 東伊豆町 " 字大久保 1271-136
2-E	" " 字寺の下 423-4	3-M	" " 片瀬字磯山 1141-25
2-F	" " 鎌田字桜ヶ丘 165-2	3-N	" " " " 1140-15
2-G	" " 字桜ヶ丘 139-9	3-O	" 稲取小丸山 1532-1
2-H	" " 97-1	3-P	" 東伊豆町奈良本字温泉の上 1240-17
2-I	" 吉田字ショブデ1015-1	3-Q	" " 片瀬字磯山 1141-24
2-J	" 八幡野株尻1282		

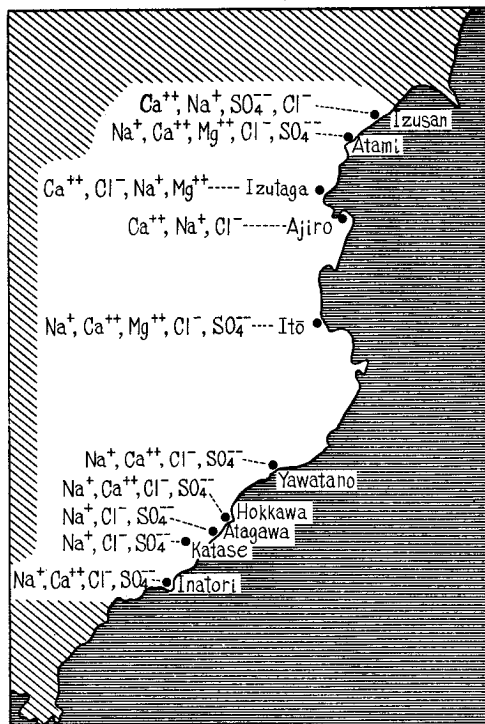


Fig. 1 The distribution of ingredients of ion in the spa of the east seaside district on the Izu peninsula.

伊東に準じて選定した。また資料は静岡衛研が直接湧出地で試料を採取したものを採用した。表中の湧出地は記号A, B, C……で表わし、記号は Table 3 末にその地名をあげた。

名をあげた。

2.2 成分の本邦平均との比較

厚生省による本邦の温泉成分の推定平均値¹⁷⁾のうち、濃度 g/l の高いものをあげると Na⁺ 0.768, Fe⁺⁺ 0.313, Ca⁺⁺ 0.221, Mg⁺⁺ 0.0557, SO₄⁻⁻ 1.70, Cl⁻ 1.25, HCO₃⁻ 0.491, H₂SiO₃ 0.106 となっているが、ここでとりあげた伊豆半島東海岸沿いの温泉のイオン性物質の主要成分は Table 1~3 からみられるように Na⁺, Ca⁺⁺ および Cl⁻, SO₄⁻⁻ であり、湧出地によって主成分、副成分の入れ替えは多少あっても大体この四成分によって代表される。陽イオンの主成分Na⁺はとくに伊東地区でほとんどを占めるがCa⁺⁺の量も東海岸全体としてはわりあい多い。副成分としてはMg⁺⁺が認められる。なお Table 1~3 を平均すると Na⁺ 833.83, Ca⁺⁺ 611.27, Mg⁺⁺ 453.39, Cl⁻ 1487.71, SO₄⁻⁻ 463.56mg/kg である。

温泉鉱泉中の微量成分の動きは元素分布になんらかの形で影響を与えているとみられるので、この問題は今後諸圏の分析の結果にまっけて地表ならびにその近くの元素分布を捕え、これと並行して物質推移の問題も考慮し各圏を総合した元素分布の考察をしたい。

3. 結 言

伊豆半島東沿い水圏の元素分布を、静岡衛研に保存された多数の温泉分析値について地球化学的考察を試み、この地域の温泉、鉱泉のイオン性成分の分布は総合すればこれまで報告されている全国平均値に近いが、この地区全体としては、陽イオンの溶容量の多いことが特徴とみられる。

本報に対し多数の温泉分析データを提供された静岡県衛生研究所化学科長杉山茂氏と報文作成に際し懇切な御指導をいただいた本教室教授竹下安日兄工博に感謝いたします。

引用文献

- 1) 日本化学会編, “実験化学講座 No. 14”, 丸善 (1958) p. 5, 9, 121.
- 2) 菅原健, 半谷高久ほか, “地球化学入門”, 丸善 (1964) p. 152, 159, 170.
- 3) 坪井忠二, “地球の構成”, 岩波 (1966) p. 287.
- 4) T. Gilluly, A. C. Waters & A. O. Woodford, “Principles of Geology”, W. H. Freeman & Company, San Francisco, (1957).
- 5) 立見辰雄編, “地学教育講座 No. 14”, 福村書店 (1965) p. 28.
- 6) 一国雅己, 科学, **37**, 321 (1967).
- 7) F. Takai, T. Matumoto, & R. Toriyama, “Ge-

ology of Japan”, 東大出版会 (1963).

- 8) 中野尊正, “日本の地形”, 築地書館 (1967) p. 182, 226, 305.
- 9) 金子史郎, “構造地形学”, 古今書院 (1967) p. 30, 130, 181, 238.
- 10) 吉川虎雄ほか, 第四紀研究, **6**, 38 (1967).
- 11) 鈴木登, 温泉工学会誌, **4**, 1 (1966).
- 12) 鮫島輝彦, 静岡県地学会資料, **9**, 13 (1967).
- 13) 静岡県衛生部編 “静岡県伊豆地方温泉調査報告” (1957).
- 14) 山岸忠夫 “伊豆半島における温泉の地理的分布と地質構造との関係”, 山岸教授退官記念会 (1960).
- 15) 大塚弥之助, “地学しずはた”, (1963), p. 30.
- 16) 福富孝治, “科学文献抄, 第12巻” 岩波 (1936) p. 22, 36, 38, 46, 60, 73.
- 17) 厚生省衛生試験所編, “日本鉱泉分析表”, (1940).