

真鶴町における地下水調査孔の掘さく

小鷹滋郎, 平野富雄

神奈川県温泉研究所*

A New Drilled-hole for Prospecting of Groundwater in the
Manazuru District, Southern Foot of the Hakone Volcano

by

Shigeo ODAKA and Tomio HIRANO

Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

A 150m depth of drilling for prospecting of ground-water was newly opened at a station 750m from the sea shore and 57m above the sea level, Manazuru district, southern foot of the Hakone volcano. The drill-hole penetrates through pile of andesite lava flows of the Hakone volcano. From -80m to -93m under the sea level is the main aquifer.

The tidal effect is clearly reflected on the record of the water-table of the drill-hole. There is no remarkable time gap between the ocean tide and water-table of the bore hole. The amplitude of the water-table is 0.3 of the tide.

A reasonable water discharge of a well having 150m deep with 20cm diameter may be about $350\text{m}^3/\text{day}$, being dropped the water level down to -1.5m , which is the same level with the maximum height ($+1.04\text{mS.L.}$) of the ocean tide.

*神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉研究所報告 第7巻, 第3号, 105—114, 1976

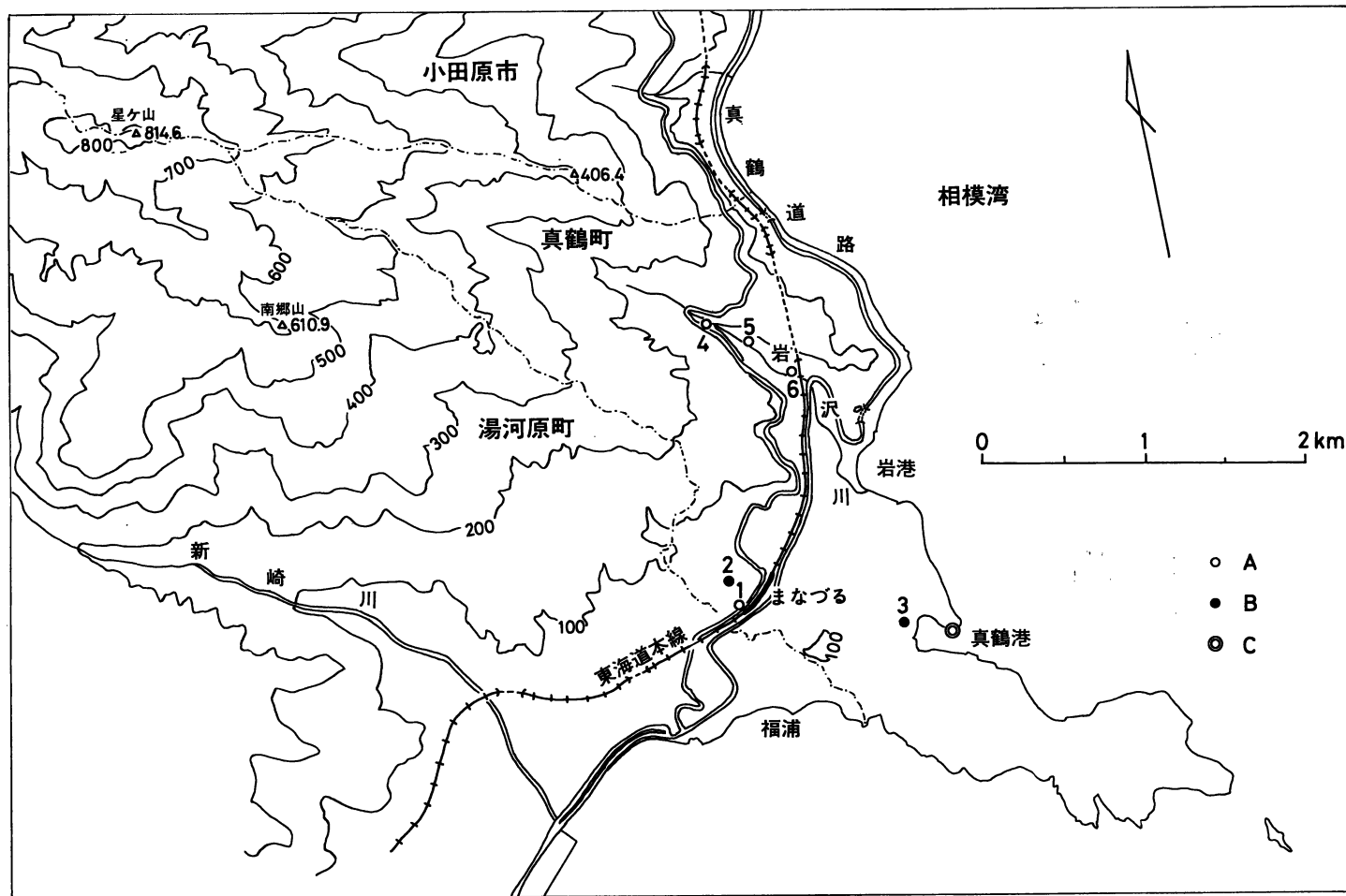


図 1 真鶴町地形および井戸位置図

A : 深井戸, B : 浅井戸, C : 検潮儀

1 : 調査孔, 2 : 柳川義雄, 3 : 井戸端, 4 : 真鶴町焼却場, 5 : 真鶴町町営住宅, 6 : 真鶴町水源 1 号井

はじめに

箱根火山の溶岩流が相模湾につき出したものが真鶴半島である。真鶴町は従来からそれほど水資源に恵まれた地域ではなかった。しかし最近の生活様式の変化、人口増加、さらに観光客の増加により水需要が増している。真鶴町の将来の水需要の見込量は $10,000 \sim 13,000 \text{ m}^3/\text{日}$ である。それに対する現在の供給量は、江の浦水源($2,700 \text{ m}^3/\text{日}$)と湯河原町からの供給量($2,200 \text{ m}^3/\text{日}$)をあわせて $4,900 \text{ m}^3/\text{日}$ である。従って $5,000 \sim 8,000 \text{ m}^3/\text{日}$ を供給できる新らしい水源の開発が必要になっている。

温泉研究所では真鶴地域の地下水調査の一環として真鶴中学校校庭に調査孔を掘さくした。

真鶴町地勢

真鶴町は箱根火山の南端に位置し、北西—南東に長軸を有し、長さ 7 km 、巾 1 km の細長い形をしている。行政区域は地形的に二つの地域に分けられる。小田原—真鶴有料道路の北側は箱根火山の山麓部、南側は半島部である。町の面積は 7 km^2 で、そのうち山麓部は主として星ヶ山に源を発する岩沢川に沿う地域で、その面積は 4 km^2 、半島部の面積は 3 km^2 である(図1参照)。

地下水

真鶴町には表流水の豊かな河川はない。岩沢川のところどころに地表水がみられる程度である。したがって水資源は地下水に依存せざるをえない。

半島の地下水 真鶴町面積の40%を占める真鶴半島には、水道水源として利用できる地下水は存在しない。半島部において海水面より下の部分はすべて海水である。

半島のつけ根に近い磯崎には、以前から多量の地下水が湧出し、かつては水道源として利用されていた。磯崎水源の地下水は真鶴半島に降った雨水ではない。火山の溶岩流表部に形成されたクリンカー(岩さい状溶岩)に沿って、箱根火山の地下水が流下しているものである。地下水の供給量以上の揚水をおこなえばすぐ塩水が侵入して、地下水の塩水化が発生する。

半島の表面は、厚さ数 m の火山灰層でおおわれていて、そこには多数の浅井戸が掘られている。これらは小規模の家庭用水源として利用できるが、多量に揚水すればすぐ枯渇するので、上水用水源とはならない。

山麓部の地下水 箱根古期外輪山を構成する数枚の溶岩流があり、地下水は溶岩の上面や下面の多孔質部分に胚胎されている。現在、岩沢川に沿って、すでに3本の井戸が掘さくされていて(図1参照)、数枚の溶岩流にはさまれて胚胎されている地下水が利用されている。

調査孔・検層

山麓部の岩沢川沿い以外の地域の地質状況、地下水賦存状態を調査するために、真鶴中学校校庭(真鶴町真鶴字立ヶ窪1851—1)に調査孔を掘さくした。

図1に調査孔の位置を示す。試錐工事はドリリング工業株式会社が請負った。掘さく深度は150mとした。昭和50年7月10日に工事に着手し、同年9月30日までに工事を終了した。

図2-Aは本孔の孔井構造図である。

図2-Bに地質柱状図を示す。地表から1.0mまでは埋土、1.0~7.5mは転石混りローム、7.5~16.5mは軽石、16.5~22.0mは岩滓状溶岩、22.0~37.4mは安山岩質溶岩、37.4~45.3mは岩滓状溶岩、45.3~57.8mは安山岩質溶岩、57.8~150.0mは多孔質な火砕岩である。

図2-Cは9月1日に測定した見掛け抵抗検層図である。

図2-D, Eは12月2日に測定した注水前と注水中（注水量：70.1 l/min, 注水温度：15.2°C）の示差温度検層図である。注水前の静水位は54.4m, 注水中の水位は33.8mであった。孔内温度分布は、注水前、85~110mに変化がみられる。注水中は137m~孔底（149m）に急激な変化がみられる。85~110mに地下水の滲み出しがあり、137m~孔底に主要帯水層があると推定される。

揚水試験

真鶴町内に存在する深井戸（図1参照）の現況を表1に示す。各井戸とも揚水試験は段階揚水試験である。調査孔以外の資料は真鶴町水道課の資料を提供していただいた。透水量係数は次の平衡式に

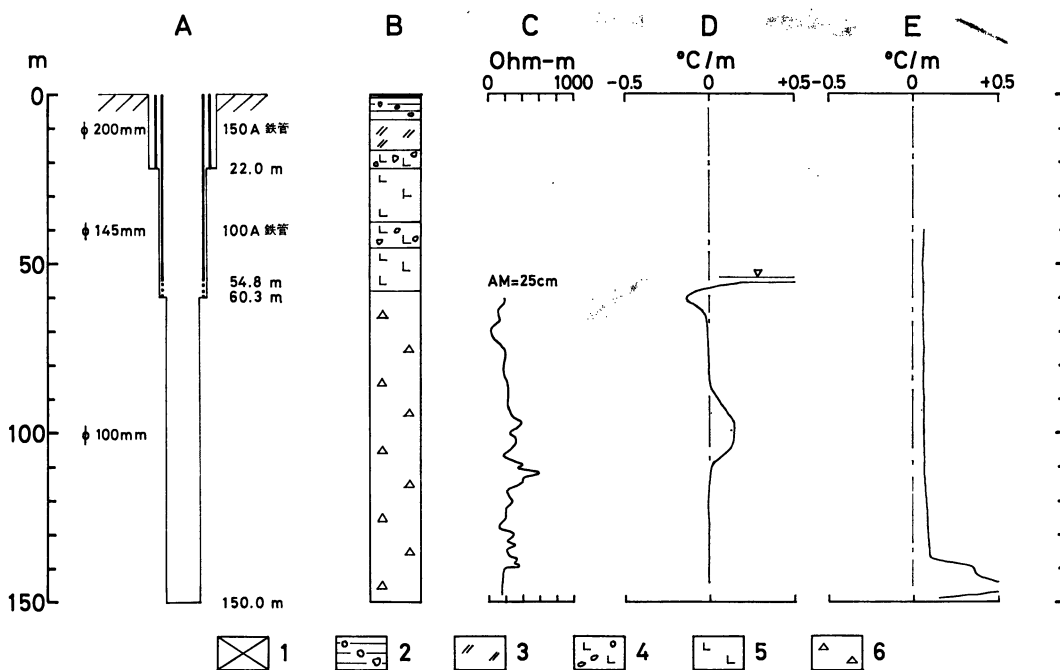


図2 調査孔の地質柱状図および孔内検層図

1: 埋土, 2: 転石混りローム, 3: 軽石, 4: 岩滓状溶岩, 5: 安山岩質溶岩, 6: 火砕岩
A: 孔井構造図, B: 地質柱状図, C: 見掛け抵抗検層図, D: 注水前の示差温度検層図,
E: 注水中の示差温度検層図

よって求めた。

$$T = \frac{0.366Q (\log R - \log r)}{s} \dots\dots(1)$$

T : 透水量係数

Q : 揚水量

R : 影響半径 (400m)

r : 井戸半径

s : 水位変化

静水位と潮位の関係

調査孔位置が海岸に近く（福浦港まで約750m，真鶴港まで約1000m），静水位と海水面の標高差が少ないので，調査孔の静水位と潮位の関係を調べた。潮位は真鶴港における検潮記録（小田原土木事務所管理）による。

図3は昭和51年1月20～24日の静水位と潮位の関係図である。両者とも海拔標高で示してある。静水位に対する潮汐の影響が非常にはっきりとあらわれている。各潮位差に対する静水位の変化の割合は0.31である。潮位の変化曲線と静水位変化曲線の時間的ずれは，この図からは読みとれない。帯水層が直接海底に開口しているものと推定される。

図中，高極潮位，朔望平均高潮面，平均海水面，朔望平均低潮面，低極潮位は昭和43年1月1日～同年12月31日の検潮記録解析による。

表1 深井戸の現況

番号	名 称	標 高 (m)	井 深 (m)	口 径 (cm)	静 水 位 (m)	揚 水 量 (m ³ /day)	水位降下 (m)	透水量係数 (m ² /day)	測定年月
1	調 査 孔	57.03	150.0	10	54.52	77 111 139	0.28 0.46 0.62	392.5 344.4 320.0	50—9
4	真 鶴 町 場 焼 却	112	110	25	86.80	328 605 751	0.43 0.80 0.97	981.7 968.7 993.8	47—3
5	真 鶴 町 町 営 住 宅	80	132.0	15	56.35	288 360 432 504 562	1.35 3.78 6.17 7.94 9.79	288.8 128.9 94.8 85.9 77.7	49—12
6	真 鶴 町 水 源 1 号 井	57.08	85.5	30	55.70	432 871 1279 1733 2030	0.31 0.61 1.02 1.72 2.43	1734.1 1776.8 1560.3 1253.8 1039.5	50—8

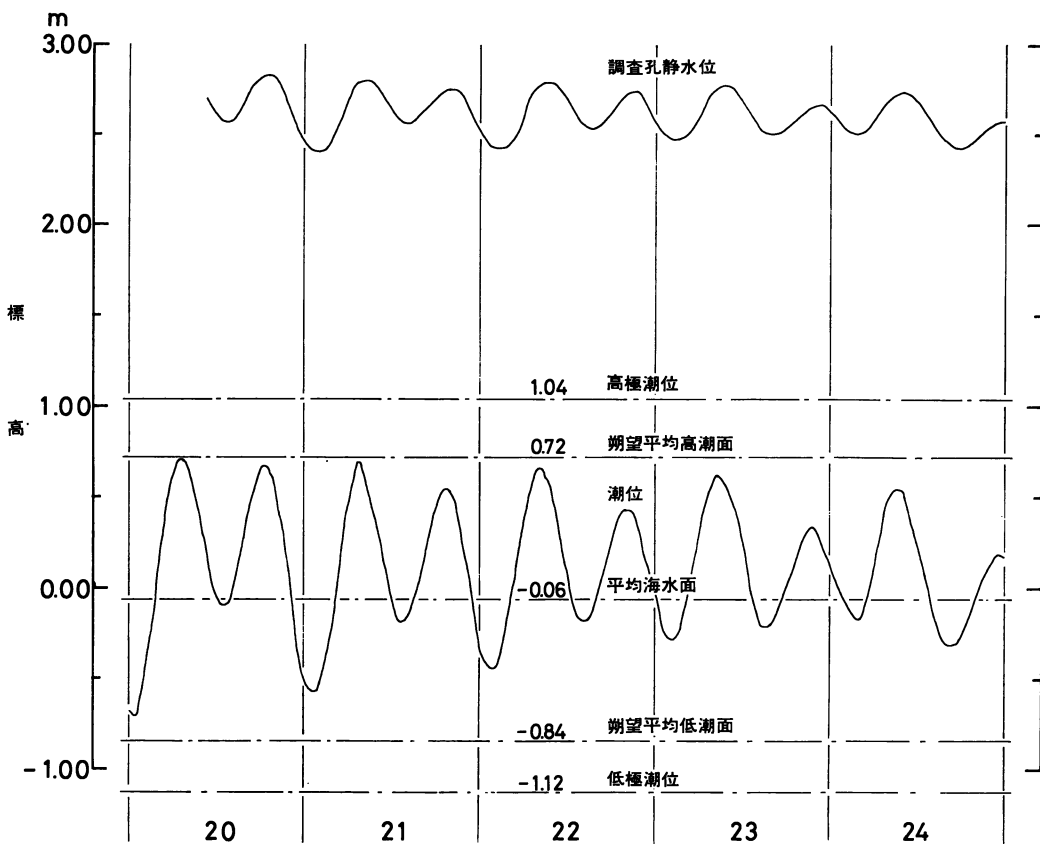


図3 調査孔の静水位と潮位の関係図

揚水量について

高極潮位が標高 1.04m にあるので、地下水面をこれより降下させることはできない。地下水面をこれより降下させて揚水し続けると地下水の塩水化がおこる。地下水の平均静水位を標高 2.5m とすると、揚水による地下水面の降下は $2.5\text{m}-1.04\text{m}\div 1.5\text{m}$ まで許容できる。

調査孔付近で水位降下を 1.5m とした場合の揚水量を考えてみる。段階揚水試験から得られた調査孔の揚水量と水位降下の関係を方眼紙にプロットしたのが図4である。両者の関係は直線になる。この場合、揚水時間が短く(30分以内)、水位に対する潮汐の影響は極めて少ないので考慮に入れない。この延長上、水位降下が 1.5m の点の揚水量は $310\text{m}^3/\text{day}$ である。

この場合の透水量係数は(1)式より

$$T = \frac{0.366Q}{S} (\log R - \log r) = 295\text{m}^2/\text{day}$$

となる。

井戸の口径を 200mm 、水位降下を 1.5m 、透水量係数を $295\text{m}^2/\text{day}$ として揚水量を求めると

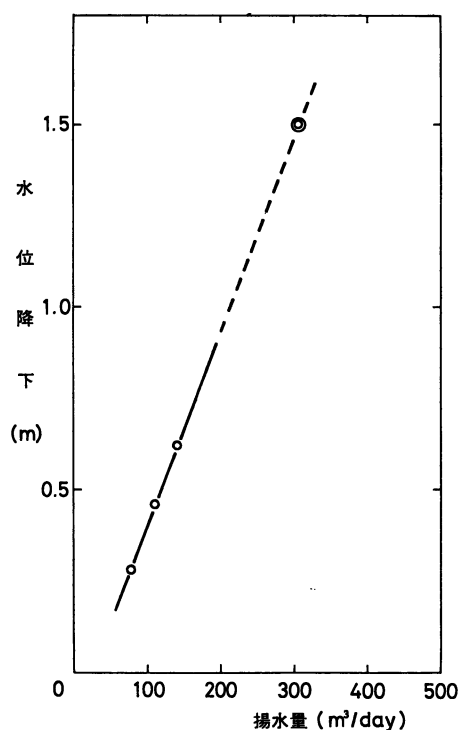


図 4 揚水量と水位降下の関係図

$$Q = \frac{T \times s}{0.366 (\log R - \log r)} = 335 \text{ m}^3/\text{day}$$

となる。

地下水の水質

真鶴町の地下水を6試料分析した(表2)。今回は磯崎水源の塩水化の著しい地下水は採取しなかった。これらの溶存成分の組成比を鍵座標図および三角図に投影すると、水質は3つに区分できる(図5)。その1つは岩沢川に沿って掘られた深さ85.5~132.0mの井戸(No. 4, No. 5, No. 6)で、陰イオンの主成分は HCO_3^- (ヒドロ炭酸イオン)で Cl^- (塩素イオン)、 SO_4^{2-} (硫酸イオン)は非常に少なく、アルカリ土類重炭酸塩型の水質である。中学校裏のローム層中に掘られた浅井戸(No. 2)では、陰イオンは Cl^- 、 NO_3^- (硝酸イオン)等が多く、 HCO_3^- はすくなくて伊勢原市や中井町などのローム層中の地下水の水質と同じ傾向を示し、ローム層中の地下水として区分できる。

調査孔(No. 1)の水質は Na^+ (ナトリウムイオン)や Cl^- が多く、 HCO_3^- がこれにつぎ、 NO_3^- が少なく、アルカリ非重炭酸塩型の水質である。この水質が海水の浸入によっているのか、あるいはローム層から供給されているのかは現在のところ不明である。この孔井の地下水位等の観測結果では、

表2 地下水の

番号	試料	採水日	井深 (m)	静水位 (m)	温度 (°C)	比電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	蒸発 残留物	K ⁺	Na ⁺
1	調査孔	1975.10.6	150.0	54.52	18.1	429.0	8.7	299.	5.50	58.3
2	柳川義雄	1975.12.19	9.90	6.54	14.5		6.2	160.	1.76	20.6
3	井戸端	1975.12.19	8.80	4.15	16.0		6.5	511.	18.5	94.5
4	真鶴町焼却場	1974.12.13	110.	86.80	15.4			102.	1.40	6.66
5	真鶴町町営住宅	1974.12.13	132.0	56.35	15.4			102.	1.42	7.02
6	真鶴町水源1号井	1975.8.29	85.5	55.70	15.0		7.5	130.	1.64	7.93

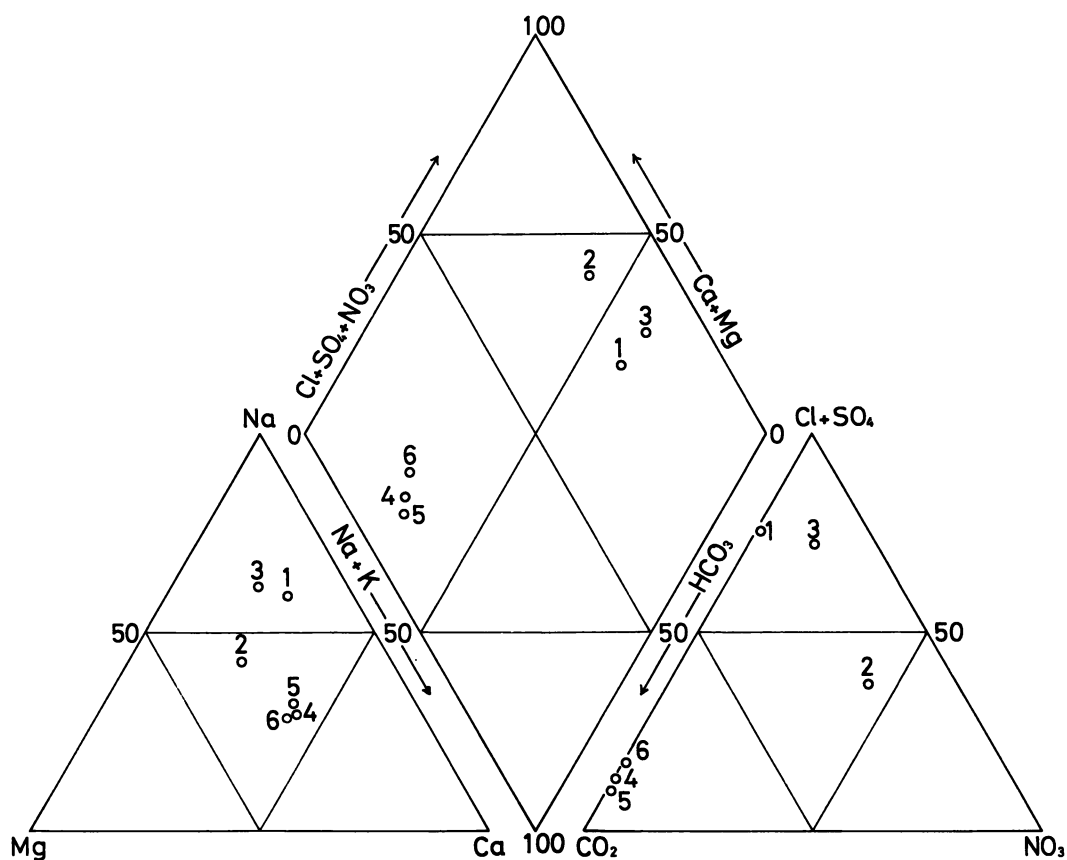


図5 井戸水のトリリニャー・ダイアグラム

化 学 分 析 値

(分析値の単位は ppm)

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ SiO ₃	HBO ₂	CO ₂	総 計
21.4	6.52	0.04	102.	15.1	58.5	1.7	4.18	66.9	1.67		342.
10.7	8.52		24.3	6.53	25.0		59.0			12.2	
25.2	15.7		137.	55.8	62.5		70.9	51.3		13.3	
8.46	3.25		4.14	0.10	50.0			62.0		2.78	
7.83	3.09		3.80	0.15	51.1			63.8		2.78	
10.4	4.36		6.70	0.05	55.1			69.2		3.33	

分析者 平野富雄, 栗屋 徹

海水の侵入はありそうもない。

海岸に近いローム層中に掘られた浅井戸 (No. 3) の水質は NO₃⁻ や Cl⁻, SO₄²⁻ の溶存量が多いことではローム層中の地下水に区分できるが、鍵座標ではアルカリ非重碳酸塩型の位置をしめ、むしろ調査孔と似た組成比を示している。

考 察

調査の結果、調査孔 (真鶴中学校) 付近の地下、海拔標高 -80 ~ -93 m に地下水が存在することがわかった。調査孔の静水位に対する潮位の影響がよくでており、時間的ずれは読みとれない。

調査孔の平均静水位の標高は約 2.5 m である。高極潮位は 1.04 m である。

揚水により、地下水面を高極潮位より降下させてはならない。地下水面をこれより降下させて揚水し続けると、地下水の塩水化がおこる。

地下水面を高極潮位まで降下させた場合の水位降下は $2.5\text{m} - 1.04\text{m} = 1.5\text{m}$ である。この場合、井戸の口径を 200 mm とすると、揚水量は $335\text{m}^3/\text{day}$ と推定される。

静水位と高極潮位の差が小さい真鶴町水源 1 号井 ($1.38\text{m} - 1.04\text{m} = 0.3\text{m}$) について、上と同じ考えて検討すると揚水量は $432\text{m}^3/\text{day}$ になる。それ以上揚水し続けると塩水化の危険がある。

上記 2 つの井戸で揚水を続ける場合には、塩水化ということを留意しなければならない。水位を高極潮位 (1.04 m) より降下させないことと、絶えず水質に注意を払う必要がある。

まとめ

- 1 調査孔の主要帯水層は標高 -80 ~ -93 m に存在する。
- 2 調査孔の静水位に対する潮位変化の影響は非常にはっきりとあらわれている。各潮位差に対する静水位の変化の割合は 0.31 である。時間的ずれは読みとれない。

- 3 調査孔の平均静水位は標高 2.5m 付近である。
- 4 高極潮位は1.04mである。
- 5 揚水により地下水面を高極潮位 (1.04m) より降下させると、塩水化する。
- 6 地下水面を高極潮位まで降下させた (2.5m-1.04m=1.5m) 場合の揚水量は、口径 200mm とすると335m³/dayである。
- 7 この付近に水源井を求めた場合、塩水化を常に考慮しなければならない。地下水位を高極潮位 (1.04m) より降下させてはならず、絶えず水質検査を実施する必要がある。

謝 辞

真鶴町尾森東次町長、町職員の方々をはじめ、真鶴町中学校の関係諸氏には試錐用地についてお世話になった。村山秀夫水道課長および水道課の方々には設営について便宜をはかっていただいた。

西湘地区行政センター鈴木勇所長、衛生部塚田康之助前生活環境課長（現在渉外部労務監理課長）には計画の段階でお世話になった。温泉研究所大木靖衛所長には調査内容、原稿について検討していただいた。荻野喜作地下水科長には調査内容について助言をいただいた。野外調査の際は、温泉研究所職員の方々の御協力をいただいた。上記の方々に厚くお礼申し上げる。

この調査の費用は、県衛生部温泉等調査費によった。ここに記して関係者の皆様に厚く感謝の意を表する。

参考文献

- 栗屋 徹，小沢 清，尾上金寿，荻野喜作，平野富雄（1972），大磯丘陵西部の地下水の水質，神奈川温研報告，Vol. 3，No. 2，83—94.
- 神奈川県温泉研究所地下水調査グループ（1970），伊勢原付近の地質と地下水，神奈川温研報告，Vol. 1，No. 12，21—47.
- 久野 久（1938），Geologic map of Hakone volcano and the adjacent areas（5万分の1）.
- 落合敏郎，武藤 正（1952），火山域開発における地下水の利用に関する研究，農業技術研究所報告，F，No. 3，1—38.
- 山本莊毅（1962），揚水試験と井戸管理，180p. 昭晃堂.