

御坊市附近の地下水

角 幸一*・山本荘毅**

はじめに

ある地域の地下水について記述を行なう“地下水誌 (groundwater hydrography)”は、主として地理学者により“……の地下水について”または“……の地下水の地理学的研究”として、1930年代の後半から行われている。これらの体裁として、① 地下水のあり方 ② 水温 ③ pH ④ 電気伝導度 ⑤ その他の水質、が定着して“水文学的研究 (hydrological study)”と顕著な対照を示している。

本文は、角幸一が立正大学の卒業論文(昭和55年)として御坊市附近で行った地下水誌研究を要約したものである。

I 地形・地質

研究対象地域は、和歌山県日高郡の中部、日高町、印南町、川辺町の間を介し、御坊市と美浜町に含まれる南北に4km、東西に2kmの矩形の地域であり、紀伊半島の西側、紀伊水道、紀州灘の両斜面の一角を領するところである。

すなわち、日高川下流右岸の沖積平野で、紀伊山系に属する諸山脈の末端に位置する地方にあり、南側の一部は海に臨んでいる。山脈を刻む縦谷は紀州灘に向かって開き、ここに日高川が西流する。下流には人口稠密な御坊(藺・名屋・島)が商業地域として発展しつつある。

日高川は、龍神村の東北隅である護摩壇の山中に源を発し、護摩壇・城ヶ森及び虎ヶ峰3山地によって囲まれたS字形流域の水を集めて迂廻屈折し、山脊重畳の間を縫ってほぼ東北東より西南西に走り、

下流に約25km²の平野を形成して紀州灘に注いでいる。

本研究対象地域においては、野口・矢田の間を縫って北西の方に法徳寺堤坊がある。この堅固な堤防は、日高川の自然的流路を阻止してこれを南西に転向させ、この沖積平野の大部分を右岸にして、藤井・名屋と野口・塩屋の境界を約4kmにわたって流れ、熊野川を左岸に併せ、右岸から西川を併せて紀州灘に注いでいる。

熊野川は、熊野の東端笹峠付近より出て西流し、岩内に入り、この地より徐々に南西に転じ、ほぼ日高川と並行して北塩屋に至って本川に合流している。西川は、東内原原谷鹿ヶ瀬山中(有田郡境)に発し、東内原・西内原・志賀・和田・松原・御坊など沖積平野西半の水を集めて日高川河口に注いでいる。

日高川の本流が、千疋川の岩崖に衝突して北西に跳ね返す流路は以前から変わらないが、矢田以西の沖積平野に於ける流路は数回の変遷があった。法徳寺堤防構築以前にあっては、本流が藤井より八幡山の南麓を経て亀山の南麓をかすめ、入山の南より和田に入り、本ノ脇の東約550mのところから海に入っていた。現在でも八幡山・亀山及び入山の南端から地形を展望すれば、旧河床の痕跡が認められる。また、大体この流路からは本ノ脇に流出せず、小松原あるいは財部の西端より現在の西川の流路を横切って、吉原から海に入った時代もある。本ノ脇より東南東浜ノ瀬に向かって約5kmにわたって砂丘が発達し、高度は約10mである。

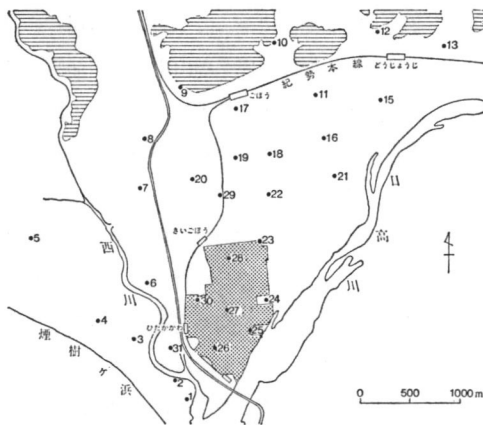
基盤の岩石は、中生層(白亜紀)の砂岩・頁岩

* 東京成徳短大附属高校 ** 立正大学

で、御坊付近では走向 N60~70°E, 傾斜 50~55°NW を示し、日高川の流路と一致する。基盤をおおって、厚さ 40m の洪積統と沖積統が存在するが詳細は明らかでない。

II 研究方法

調査は、1980年(昭和55)7月28日~30日の期間、測水可能な掘井戸を対象に実施した。当初、日高川下流地域一帯を調査する予定であったが、北野口・下野口・古森付近では、開放井戸のほとんどが枯渇しており、下流左岸地域での調査は途中で断念した。また、右岸地域でも、藤井・下吉田・島・名屋など、河川沿岸付近の井戸は枯れているものが多く、比較的深く掘ってある消防井戸を中心に探した結果、測水可能な井戸は、全部で 30 個であった(第1図)。



第1図 調査地点

調査の項目は、井戸の所有者名、所在地、地盤高度 GH (1万分の1と、2.5万分の1の両地形図から判断して読みとった)、井戸枠の高さ h、井戸枠の天端から地下水面までの深さ d_1 、井戸枠の天端から井戸底までの深さ d_2 、地下水温 WT、水素イオン濃度 pH・RpH、電気伝導度 EC などである。

調査の結果を整理すると、第1表ようになる。表中の WH は、地下水面の海拔高度 $\{(GH+h)-d_1\}$ 、 l は井戸の湛水深 (d_2-d_1) である。pH と

RpH はクラークの比色法によって測定した。EC の値は、水温 18°C に補正した値である。

電気伝導度の測定は、採水器を使用して井戸から水をくみ上げ、ハンディタイプの東亜電波(株)製電気伝導度計を用いて測定した。なお、補正式は $EC_{(18)} = EC_{(t)} \{1 + \alpha(18-t)\}$ である。ただし、 t : 水温, $EC_{(t)}$: ある任意の水温 t°C で測定された値, $EC_{(18)}$: 18°C における値, α : 温度係数(ここでは 0.02 として計算した)。

また、pH の比色法においては、BTB 指示溶液を使用した。No.15, 16 では、BCG 指示溶液を使用した。

III 調査結果について

1 地下水面図

得られた地下水面図を第2図に示す。地下水面の形態は、ほぼ地形のそれと一致する。紀勢本線道成寺付近の山麓では、傾斜が急で 1/100 であるが、その他の地域では 1/500 近くである。地下水嶺が紀州鉄道にそって南北に走り、その両側に地下水谷をつくる。地下水嶺は、丸山の基盤が比較的地下浅くに存在するために形成されたものと推定されるが、これを裏づける証拠はない。東部の谷は、日高川の旧流路が形成したもので、日高川ぞいの地下水面勾配は 1/2,000 以下である。西側の地下水谷は、小さく



第2図 地下水面図

西川と関係はない。

地下水面の形態と河川流路の平面的関係は、両者の交流関係を指示する。すなわち、市内東部の地下水は日高川を涵養し、日高川は「得水河川」である。しかし、西川とは関係がうすく、下流部では左岸から西川に流入した地下水は、すぐ右岸に流出する。ここで重要なことは、地下水高度 0m の線が市の南部名屋から西御坊駅、下田井、大和紡績、吉原と西川ぞいに北上していることである。そして、西川下流右岸の浜瀬聚落では -2m を示している。こ

のようなやや広域ゼロメートル地域の出現の理由はわからないが、塩水化をもたらすことは必至である。

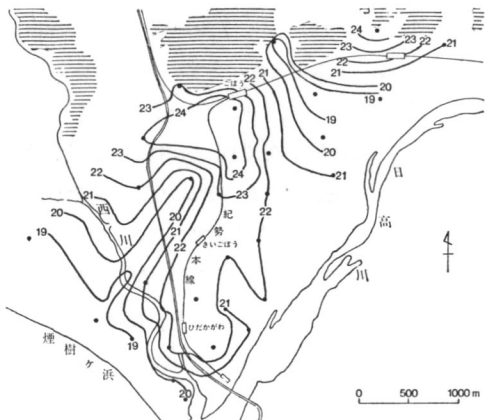
2 地下水温

井水温の分布図を、第3図に示す。井水温を地下水とみれば、それは 18~25°C の間を変化し、道成寺・丸山・小松原・藪地域に高く、津井切・財部・海岸付近に低くなっている。すなわち地下水は、地下水嶺の縦走する地域や地下水位の高いところで高く、地下水谷の存在する地域や地下水位の低いところで低い。

第1表 日高川下流地域の地下水調査結果（昭和55年7月）

井戸番号	所有者名	所在地	調査日	GH	h	d ₁	d ₂	WH	ℓ	WT	pH	RpH	EC
				m	m	m	m	m	m	°C			μS/cm
1	浜口しずこ	美浜町浜ノ瀬58	28	1.5	0.55	3.90	4.50	-1.85	0.60	19.5	6.8	7.4	4,850
2	高井 敏男	〃 浜ノ瀬130-2	28	2.0	0.20	4.35	5.11	-2.15	0.76	20.0	7.0	7.4	6,720
3	竜神 正治	〃 吉原959-1	28	8.0	0.60	10.35	11.49	-1.75	1.14	19.0	7.0	7.4	686
4	堀 正己	〃 吉原993	28	8.0	0.66	9.77	11.16	-1.11	1.39	18.5	7.4	7.8	743
5			28	6.0	0.41	7.22	9.58	-0.81	2.36	18.5	6.4	7.0	287
6	田端 茂一	美浜町田井358	28	3.0	0.37	2.70	3.81	0.67	1.11	21.0	5.8	6.8	564
7	塩崎 昭治	湯川町下財部158	28	4.0	0.10	2.22	2.80	1.88	0.58	22.0	6.4	7.0	239
8	消防井戸		28	4.0	0.00	2.00	5.02	2.00	3.02	24.0	6.0	6.8	106
9	丸山源之助	湯川町丸山629	28	8.0	0.52	3.87	7.19	4.65	3.32	23.5	5.8	6.6	392
10	坂本 文男	〃 下富安2156	28	6.0	0.45	3.07	6.40	3.88	3.33	18.5	5.8	6.0	277
11	消防井戸		28	7.0	0.00	5.60	6.32	1.40	0.72	18.0	5.8	6.4	160
12			28	9.0	0.40	0.81	7.20	8.59	6.39	24.0	6.6	7.4	370
13	安宅 弘	川辺町土生614-2	28	9.0	0.49	2.65	3.62	6.84	0.97	20.0	5.8	6.6	269
14	坂本 享子	藤田町吉田41	28	7.0	0.47	—	—	—	—	22.0	5.8	6.8	202
15	旭 化成		29	7.0	0.95	7.40	10.72	0.55	3.32	18.0	5.0	5.6	280
16	消防井戸		29	6.0	0.00	5.40	6.82	0.60	1.40	19.5	5.2	5.6	155
17	〃		29	6.0	0.00	4.00	6.92	2.00	2.92	24.5	6.4	7.4	348
18	〃		29	6.0	0.00	4.55	5.85	1.45	1.30	21.5	5.8	7.0	60
19	井本 忠志	湯川町財部411	29	6.0	0.42	4.20	4.70	2.22	0.50	25.0	6.2	7.2	172
20	立野喜代一	〃 財部528	29	4.0	0.34	3.20	4.40	1.14	1.20	20.0	6.0	7.2	403
21	消防井戸		29	6.0	0.00	6.00	7.05	0.00	1.05	21.0	5.8	6.6	197
22	〃		29	6.0	0.00	5.40	6.55	0.60	1.15	22.0	5.8	7.0	83
23	〃		29	5.0	0.00	4.50	5.70	0.50	1.20	22.0	5.8	6.8	92
24	〃		29	4.0	0.00	3.30	4.68	0.70	1.38	22.0	5.8	6.8	258
25	〃		30	3.0	0.00	3.75	5.18	-0.75	1.43	21.0	6.0	7.2	517
26	〃		30	2.0	0.00	2.35	5.17	-0.35	2.82	23.0	6.0	7.4	720
27	〃		30	3.0	0.00	2.55	5.00	0.45	2.45	21.0	6.6	7.4	414
28	〃		30	5.0	0.00	3.00	5.35	2.00	2.35	22.0	6.2	7.4	368
29	〃		30	4.0	0.30	2.05	4.95	2.25	2.90	23.0	6.4	7.4	288
30	消防井戸		30	3.0	0.00	2.22	5.20	0.78	2.98	24.0	6.6	7.0	336
31	〃		30	2.0	0.00	2.50	4.25	-0.50	1.75	22.0	6.2	7.4	874

GH：井戸の地盤高，h：井戸枠の高さ，d₁：井戸枠の天端から地下水面までの深さ，d₂：井戸枠の天端から井戸底までの深さ，WH：地下水面の海拔高度，ℓ：井戸の湛水深，WT：地下水温，pH，RpH：水素イオン濃度，EC：電気伝導度

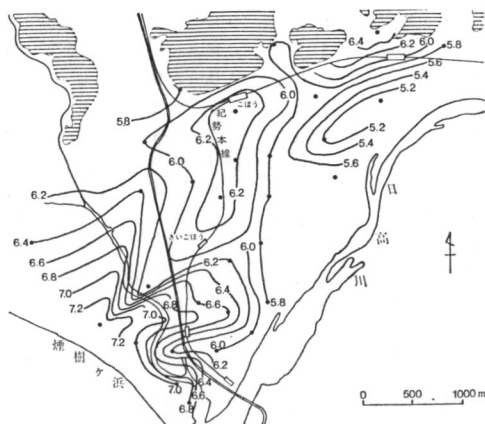


第3図 地下水温度分布図

3 水素イオン濃度

本地域の pH 値は 5.0~7.4 の範囲内で分布し、地域的に大きな特徴があらわれている。すなわち、地下水嶺にあたる場所では 6.0~6.2 を示し、この東・西では非常に異っている。東の藤吉田・藤井・東財部では 5.0~5.6 の弱酸性であるのに対し、西の下財部・上田井では 6.2~6.6 の微酸性である。さらに吉原・新浜・浜ノ瀬の海岸付近では 6.8~7.4 の中性~微アルカリ性を示し、海岸に近くなるとアルカリ性になる傾向がみられる。つまりこの地域は、地下水面高度が海面以下であるため、海水 (pH 8.4) の影響を受けているものと考えられる (第4図)。

ここで注目されるのは、RpH である。RpH は、



第4図 pH 等値線図

地下水中に過剰に含まれる炭酸を空中に放出させ、空気における炭酸の張力と平衡を保たせた時の水素イオン濃度であるから RpH と pH の差は、過剰炭酸の濃度に比例する。pH-RpH の差は、地下水嶺のところに大きい。

4 電気伝導度

本地域における電気伝導度は、686~6,720 $\mu\text{S}/\text{cm}$ を示すが、海岸部に大きく、その他の地域に小さい (第5図)。電気伝導度は、地下水中に含まれる総固形分に比例する量で、この値の小さい地域は主として人家の粗な場処で、大きい地域は人家の密集している場処である。

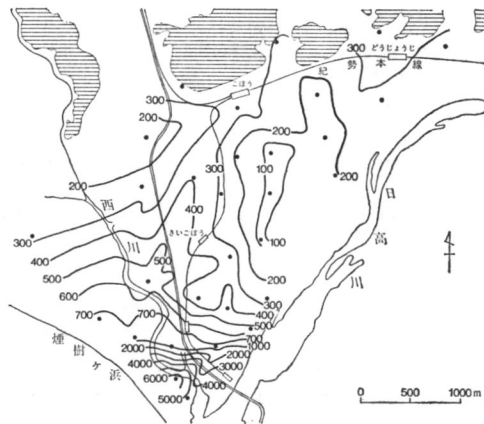
本地域の南部、すなわち日高川、西川の河口部に電気伝導度の特に大きい地域が存在するが、これは地下水面高度海拔ゼロメートル以下の地域に相当する。このような塩水化現象は、単なる海水の河口遡上というよりヘルツベルク平衡の破かいといった方がよく、海水は地下水谷にそって内陸に侵入している。

要 約

1980年 (昭和55) に日高川下流部御坊市付近で行った地下水調査の結果は、次のように要約される。

(1) 日高川下流沖積平野における30の井戸で観測測定を行った。

(2) 地下水の水位は、道成寺付近で高く、海岸部に至るに従って低くなっている。海岸に水位マイ



第5図 電気伝導度等値線図

ナスの地域が広がっている。また、紀州鉄道線路沿いに顕著な地下水嶺があって、地下水の流動に影響を与えている。

(3) 帯水層は、山麓にそって厚く、旧日高川は山麓を東から西に流れたようである。日高川沿岸には礫層が厚い。

(4) 地下水は、中央の南北に走る地下水嶺によって東西に分れて流動する。日高川は、地下水によって涵養されるが西川はあまり地下水と関係がない。

(5) 地下水の水温は 18~25°C で地下水嶺部に高い。

(6) 地下水の pH は、5.0~7.4 で微酸性ないし微アルカリ性を示している。海岸地域にアルカリ性を示す区域が存在するが一般には微酸性である。

(7) 電気伝導度は、ほぼ 100~6,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ で、海岸地域に大きいのは海水の侵入によるものと思われる。人家の密集地域ではやや大きいようである。

(1982年2月10日 受付)

(1982年2月27日 受理)

参考文献

地下水誌の例として、次の2つが最初のもの。

1. 矢嶋仁吉 (1935): 武蔵野台地の地下水. 陸水学雑誌, 5, 125~136.
2. 山本荘毅 (1937): 市川市の地下水. 陸水学雑誌, 7, 89~97.
近畿地方におけるこのような地下水誌は、多くないが、次のようなものがある。
3. 尾崎次男ら (1959): 和歌山市工業用水源小規模地域調査報告. 地調月報, 10-5.
4. 鶴巻道二・長沢幹雄 (1970): 『東大阪地域の地下水系調査報告書』大阪府
5. 農林省近畿農政局 (1965): 『昭和39年度中規模土地改良調査, 有田川地区地質地下水報告書』
6. 前田 昇 (1956): 生駒山脈西麓の地下水. 大阪学芸大紀要, 5号
7. 前田 昇 (1958): 伊丹台地の自由地下水. 大阪学芸大紀要, 7号
その他として
8. 松下 進 (1971): 『日本地方地質誌, 近畿地方 (改訂版)』朝倉書店, 379p.
9. 山本荘毅 (1939): 東京市のさく泉水に含まれる化学成分について. 陸水学雑誌, 9, 115~122.
10. 山本荘毅 (1953): 『地下水調査法』古今書院, 240p.
11. 山本荘毅 (1962): 『地下水探査法』地球社, 316p.

On the Groundwater of Gobo City, Wakayama Prefecture

Koichi SUMI* and Soki YAMAMOTO**

The authors carried out the hydrographical study of the groundwater on and around the City of Gobo (御坊), Wakayama Prefecture, Japan. Non-confined water, probably no confinedwater will be expected, exists in the sand and gravel aquifer with 40 meters thickness underlain by Cretaceous shale and sandstone. About 30 dug wells are investigated on July, 1980.

The results obtained are as follows :

- 1) Owing to the existence of remarkable groundwater ridge along the Kishu Railway line, groundwater flows to the west and to the east furnishing the River Hidaka.
- 2) The groundwater temperature varies from 18° to 25°C. Generally speaking, it is high on the groundwater ridge region.
- 3) The hydrogen ion concentration (pH) of groundwater ranges from 5.0 to 7.4. Except the coastal region, it shows weak acid on this area.
- 4) Distribution of conductivity of groundwater indicates sea water invasion into this area along sea coast and river mouth.

* Tokyo Seitoku College ** University of Rissho