

筑後川下流平野の地下水

村下 敏夫* 高橋 稔* 武居 由之** 後藤 隼次***

Ground Water in the Lower Reaches of Chikugo River

by

Toshio Murashita, Shigeru Takahashi,
Yoshiyuki Takei & Hayaji Gotō

Abstract

The plain at the lower reaches of Chikugo river consists of one coastal plain and one basin.

The artesian water in this plain is utilized, and the average daily use in 1960 is about 270,000 cubic m of which about 77.5% is for irrigation, 12.5% for industry and 10% for public water-supply.

Quaternary and Tertiary formations lie in the coastal plain, and their thickness is very large at the estuary of the Chikugo river. The water-bearing beds consist of unconsolidated gravel and sand.

The depth of the artesian wells tapping these beds is about 100 m at the basin and about 200 m at the coastal plain. Most wells yield the amount from about 1,000 to 1,500 cubic m a day. Owing to low permeability and to small storage capacity, continuous pumping may result in a substantial decrease in well yield.

According to the key diagram, the chemical quality type of ground water is bicarbonate sodium type. The shallower aquifers at the vicinity of the estuary of the Chikugo river are rich in chlorine.

要 旨

筑後川下流平野は、地形的には鳥栖・甘木を含む盆地と有明海に面する海岸平野との2つに区分される。

被圧地下水は、かんがい・水道・工業などの用途に使用されており、海岸平野での利用度をもっとも高い。その取得量は最盛期に約 270,000 m³/day で、その 77.5% がかんがい用である。

帯水層を有する地層は、第四系および新第三系の地層であって、これらの層厚は筑後川河口付近でもっとも厚く、第四系の地層は、この付近で盆状構造をなしている。

井戸は第四系および新第三系の砂層・砂礫層から取水し、その深度は盆地で約 100 m、海岸平野で 200 m である。揚水量は一井あたり 1,000~1,500 m³/day であるが、透水係数が小さいためと貯溜能力が乏しいために

連続揚水による揚水量の減少が大きいようである。

地下水の化学組成は、一般に NaHCO₃ type であるが、山麓部では Ca(HCO₃) type、また塩水の汚染をうけている臨海部の地下水は NaCl type を示している。なお筑後川河口付近の約 50 m 以浅の帯水層中には、化石塩水が存在する。

1. 緒 言

北九州工業地帯のヒンターランドともいうべき筑後川下流平野は、従来米穀、石炭などの一次産業の発達をみてきた。しかし北九州の消費地に近い鳥栖市、炭田を背後にひかえ港湾に恵まれる唐津市などは、それぞれの立地条件をいかして工業都市として大いに飛躍しようとしている。

筑後川下流平野は、あらゆる産業に欠くことのできない(筑後川の)表流水源をもっているが、表流は沿岸において利用されているにすぎず、また地下水の開発・利用は、他の平野に比較して著しくおこなわれている。

* 地質部
** 物理探査部
*** 技術部

この調査は、おもに佐賀県側における地下水源の賦存を明らかにし、あわせて開発・利用の基礎資料とする目的で、昭和34年度の特別研究費をもって前後2回にわたって行なわれた。

調査にあたり協力頂いた福岡通商産業局商工課ならびに佐賀県企画課に対し、厚く謝意を表する。

2. 調査規模

第1次調査

昭和34年6月、村下敏夫・武居由之

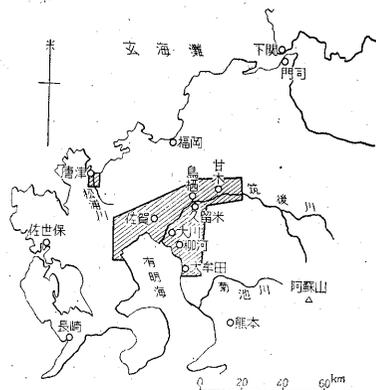
調査地区は久留米市・大牟田市・佐賀市および鳥栖市

第2次調査

昭和35年1月、村下敏夫・高橋 稔・後藤隼次

調査地区は佐賀県下

なお第1次調査は、概査にとどまり、第2次調査は深井戸を重点的に選び、地下水理調査のほかに水質分析をあわせて行なった。



第1図 調査地域図

3. 水文的環境

筑後川下流平野は、日田盆地の下流部に位置する夜明の峡谷から有明海にかけて発達している。平野の地形は、久留米と鳥栖とを結ぶ狭隘部から上流の盆地と、下流の海岸平野とに分けられる。

上流の盆地は三方を山地に囲まれ、東北側には甘木、太刀洗の台地、南側には水縄山地の山麓に勾配の急な扇状地群、西側には鳥栖の段丘、中央には宝満川の扇状地が発達している。海岸平野の東側には高良台などの台地がひろがり、北側には背振山地の山麓部に扇状地が発達している。

熊本県阿蘇郡に源を発する筑後川は¹⁾、北流して大分県をへて福岡県に入り、下流平野に入ると盆地の南縁に沿って西流し、久留米の狭隘地から流路を南西に転じて

有明海にそぐ。その流路延長は141 km、流域面積は2,850 km²に及ぶ。支川の数には276を数えるが、下流平野におけるおもな支川は、盆地では佐田原川・小石原川・宝満川、海岸平野では田川・城原川などであるが、これらはいずれも右岸に流入する。

筑後川以外に有明海にそぐおもな河川は、矢部川(流域面積652 km²)・嘉瀬川(377)・六角川(377)・塩田川(126)などである。矢部川は筑後川につぐ河川規模をもち、河口付近では沖端川と塩塚川とに分かれる。なお高良台地と川沿いの沖積平野との比高は、数mに達している。

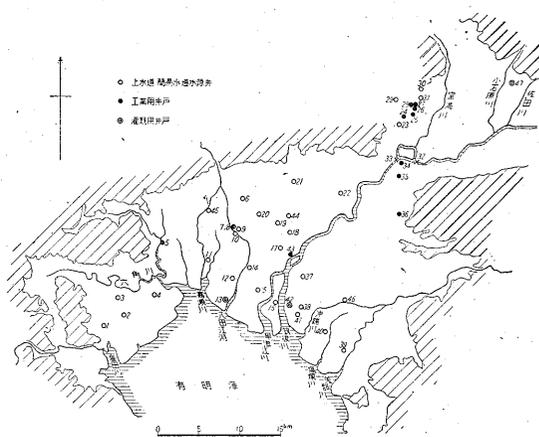
筑後川本流はこれと同様に沖積平野をきざみこむ侵食作用の著しいのに反して、支川はむしろ堆積作用をおこなっている。

佐賀市の年平均雨量は1,171 mmで、年間を通じ雨量は6月にもっとも多く、1月にもっとも少ない。

なお有明海の干満差が大きいことは有名で、筑後川の感潮限界は久留米市のすぐ下流側にある。このことは筑後川の表流の利用を著しく阻害している。

4. 地下水利用の概況

筑後川下流平野のうち、海岸平野は従来地下水の取得に難渋してきたところである。なかでも佐賀県側には河



第2図 調査井戸分布図

川規模の大きい河川が存在しないこと、浅い地下水は塩分や鉄分に富むことなどの自然環境のために、最近までエゴ(クリーク)の水が、飲料水としてひろく利用されてきた。県下の水道でもっとも早く完成したのは、佐賀市と伊万里市とであって、なかでも佐賀市の水源井(深度約220 m)はわが国にロータリー式さく井機が輸入された直後に掘られた大正初期のものである。

佐賀県下における上水道・簡易水道の普及率は、昭和

32年6月末の統計によると30.5%であるが、簡易水道布設助成規則施行(昭和28年12月)以来簡易水道布設が盛んとなり、有明海沿岸の水質不良地区はほとんど施設をもっている。水道水源としての地下水取得量は、佐賀市上水道を含めて約19,000 m³/dayとなっている。

福岡県側における上水道水源の現況は、つぎのとおりである。

久留米市の上水道は、西鉄大牟田線の鉄橋の上流側で、筑後川の伏流を約30,000 m³/day(能力36,000 m³/day)取得している。

大牟田市上水道は、熊本県清里村に大正6年に設けた井戸をはじめあわせて10本の深井戸(深度150m)から、20,000 m³/dayの地下水をえている。またそれとは別に三井鉱山水道から10,000 m³/dayの分水をうけている。

大川市は深度200m級の井戸4本で、1日最大3,300 m³の給水を行なっている。

柳川市は、矢部川の分流沖端川の沿岸磯島・今古賀・佃町に水源井(深度30~40m)を設けて昭和7年頃から給水を始め、最近では深度200mの水源井を設けて給水区域を拡張している。なお40m前後の井戸水は、200mの井戸と同様にCl⁻30ppm以下であるが、佃町の水源井だけが300ppm近い値を示している。

工業用地下水水源の取得状況は、つぎのとおりである。

佐賀市およびその周辺

佐賀市の用水型工場は、大和紡績K.K.佐賀工場、江崎グリコK.K.九州工場などであって、工業用水は自社構内にある深井戸(いずれも深度100~200m)によってえている。これらの地下水取得量は17,000 m³/dayと抑えられ、そのうち大和紡績K.K.が14,000 m³/dayをエヤーコン用として使用している。

筑後川河口に近い諸富町の味の素K.K.佐賀工場は、筑後川の表流を工業用水として使用し、その量は約1,700 m³/dayである。

佐賀市の西方小城町、牛津町などは、古くから和紙製造業の盛んなところであって、佐賀板紙K.K.久保田・牛津工場、佐賀製紙K.K.、小城製紙K.K.がクリークの水を利用している。その総使用量は35,000 m³/dayとなっているが、かんがい期には地下水を補給水としている。

鳥栖市

鳥栖市には専売公社鳥栖工場・日清製粉K.K.鳥栖工場・日本エタニットパイプK.K.鳥栖工場・久光兄弟K.K.などがあって、同市における工業用水は地下水に依存している。その取得量は約3,200 m³/dayである。なお国道付近から宝満川に至る低地には、自噴井

(約深度30m)があって、飲料水として使用されている。

久留米市

久留米市はゴム製品製造業の盛んなところであって、ブリヂストンK.K.久留米工場・日本ゴムK.K.・日華ゴムK.K.などが大量の工業用水を取得している。主要水源は筑後川の伏流水であって、前2工場の許可量はそれぞれ6,184 m³/day, 11,145.6 m³/dayである。またブリヂストンK.K.は冷却用に地下水7,800 m³/day(能力14,400 m³/day)を取得している。

大牟田市

大牟田市にある工場の用水は、三井鉱山水道(専用水道)から供給をうけている。同水道の水源は菊池川と諏訪川とであって、その取水量は50,000 m³/day, 60,000 m³/dayの権利をえている。このうち工業用水は30,000 m³/day, 残りは飲料水として利用される。このほか工業用水源としては、坑内水、海水があるが、坑内水は7~8 m³/m湧出し、東洋高圧工業K.K.横須工場・三池合成化学工業K.K.などで使用されている。

大牟田市の工業用水道・上水道は、需要増をまかなうほどの水源規模をもっておらないうえに、他県から導水するという行政区域の違いから生じる不便さをもつたて、その取得量の確保に苦慮している。

なお唐津市の工業用水源は、松浦川の表流または流域の地下水をあてる計画であるが、本水源については佐賀県からの受託調査が当所にきており、昭和35年度に実施した。

5. 地下地質の概要

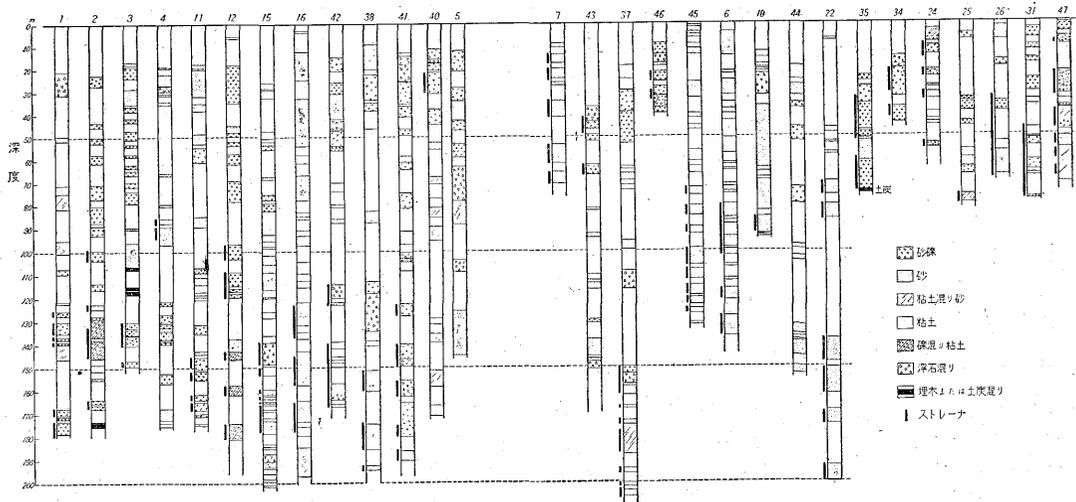
海岸平野の東側、久留米市から八女市にかけての丘陵は、鮮新—更新統の久留米層と呼ばれる陸成層からなり、古生層を不整合に覆っている。井上正昭^{註1)}によると久留米層は、輝石安山岩の円礫を含む礫岩、古期岩類を含む砂質礫岩、シルト岩、浮石の小粒を含む砂岩などを主体としているという。

北側の山地は花崗岩と三郡変成岩類とからなり、西側の丘陵は安山岩・玄武岩などの火山類と第三系の地層とからなる。

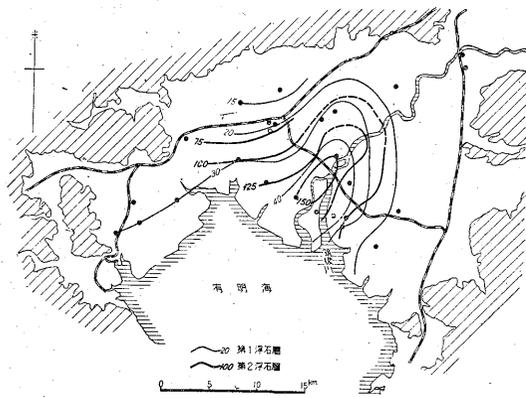
東側および北側の丘陵、山地の前面には、段丘が発達しており、山崎光夫⁷⁾は地形から旧・新洪積層面、旧・新沖積層面の4面に分けているが、筑後川流域の浮石を含む段丘礫層は、新期洪積層としている。

下流平野には200m級の深井戸が、同域にほぼ同一密度で存在し、その地質柱状図もほとんどみることがで

註1) 井上正昭：久留米層の層序について、未発表資料



第3図 地質柱状図



第4図 海岸平野における浮石層の等深度線 単位 m

きる。これを詳細に検討すると、下流平野の地下地質は、鳥栖市を中心とする北部の盆地と佐賀市を中心とする海岸平野とは著しい相違をみる。

海岸平野

柳川市の沖合および大川市と佐賀市とを結ぶ線で弾性波探査³³⁾⁵⁾がかって行なわれた。その後柳川付近で、地質調査のボーリングが実施されたので、地下地質がかなり明確にされてきた。それによると、表層の波速は 1.6~1.8 km/sec で、第四系と新第三系との境界を求めることは困難であるが、古第三系 (3.3~3.6 km/sec) との境界は明瞭である。

第四系と新第三系の地層は、柳川の南方塩塚川・矢部川の河口付近では 100~200 m の層厚で、東側の丘陵に近づくにつれて厚さを減じ、筑後川を越えると急に厚さを増し、佐賀市南部では 700 m、有明干拓地付近では 500 m となり、西側の山麓に近づくにつれ急に厚さを減ずる。なお第四系の層厚は、柳川 200 m、佐賀市下古賀

350 m、福富村福田 150 m となっている。

深度 200 m までの第四系の地層は、浮石を混える砂・礫・粘土の累層である。筑後川の河口に近い諸富町では、ボーリングと電気検層とによる精密な地質調査が行なわれた。これによると、200 m までの地層はつぎのように説明される。

深度 0~44.5 m; 青灰色ないし黒灰色の泥土・シルトがほとんどで、その間に層厚 1 m 前後の砂・砂礫層を挟む。泥土・シルトは浮石・貝殻・腐蝕土片などを含有する。

深度 44.5~66.7 m; 青灰色ないし黒灰色の砂礫を主体として、層厚 2 m 前後の固結したシルトを挟む。砂礫には若干の粘土が含まれ、また礫の径は小豆大で砂と礫の比は 7~6:3~4 である。

深度 66.7~105.8 m; 青灰色ないし緑灰色の固結したシルトに、層厚 1 m 前後の礫および貝殻混りの軟泥土を挟む。

深度 105.8~202.3 m; 黒灰色ないし暗灰色の細粒ないし粗粒の砂層を主体とし、固結した粘土を、また深度 145 m 付近に層厚約 2 m の小豆大の浮石層を挟む。

浮石層は、地質柱状図を整理すると、200 m 以浅にあわせて 4 枚存在する。第 1・第 2 浮石層の分布を等深度線で示したのが、第 4 図である。これによると、第四系の地層は筑後川河口が底をなす盆状構造をなしているようにみうけられる。

貝殻混りの層は第 1 および第 2 浮石層の上部にある。

第四紀層の相変化は著しいが、おゝむね筑後川河口付近では深度 100 m 以浅に粘土層が、その下部に砂層が発達し、上部の粘土層は山麓に向かって薄くなると同時に粗粒物質に漸移する。佐賀市の北方鍋島・高木瀬ある

いは神崎町, また杵島郡白石町などの地質柱状図によると, ほぼ第1浮石層以深の地層は, 白色砂と茶褐色の粘土(間に青色粘土層を挟む)と砂礫との累層である。なお茶褐色の粘土層は筑後川河口付近にはみあたらない。

海岸平野では不透水性基盤までの到達深度が, 肥前白石駅付近では 140 m, 沖端川河口では 500 m の深度となっている。

北部の盆地

鳥栖市街地における深度 100 m までの地質は, 黄褐色粘土と花崗岩質の砂との互層で, 一般に粘土にとみ, 浮石・凝灰質粘土および貝殻の層を挟む。浮石層は深度 5~8 m, 18~20 m, 凝灰質粘土は 40~45 m, 72~82 m, 貝殻混りの層は 35 m 前後にある。

甘木市街地周辺の地下地質も, 鳥栖市のそれと類似しており, 浮石層の深度もほぼ同じである。

鳥栖・甘木の台地における累層は, 深度 30~50 m をもって上部が砂礫にとみ, 下部が砂にとむ地層に区分できる。この砂礫の種類は花崗岩類のものが圧倒的である。

久留米市街地には, 浮石(深度 15~20 m)を挟む砂礫層が 60~70 m まで連続し, 礫は浮石より下部に発達する。なおその間には層厚 1 m 前後の緑色粘土が挟まれている。なおこの累層の下位には結晶片岩がある。

久留米市の南方荒木町では, 浮石を 15~17 m と 92~93 m に挟む地層が 110 m まで確かめられており, 30 m 以深は粘土にとむ。

6. 帯水層

筑後川下流流域において利用されている帯水層は, 第四系ないし新第三系の地層である。そして盆地においては 80 m, 海岸平野においては 200 m 以浅の帯水層が, ひろく利用されている。なお海岸平野においては, 100 m 以浅の帯水層がおもに佐賀市内で, また 120~200 m のものが, 筑後川河口付近および有明干拓地で収水層となっている。

帯水層の常数を測定するための揚水試験は, 井戸の多くが簡易水道, 工業用に使用されていて充分な測定時間をもつことができなかった。測定方法は, 揚水井の水位

降下法と水位回復法を採用し, 解析はつぎの公式にしたがった。

水位降下法に対しては Jacob and Lohman の公式²⁾

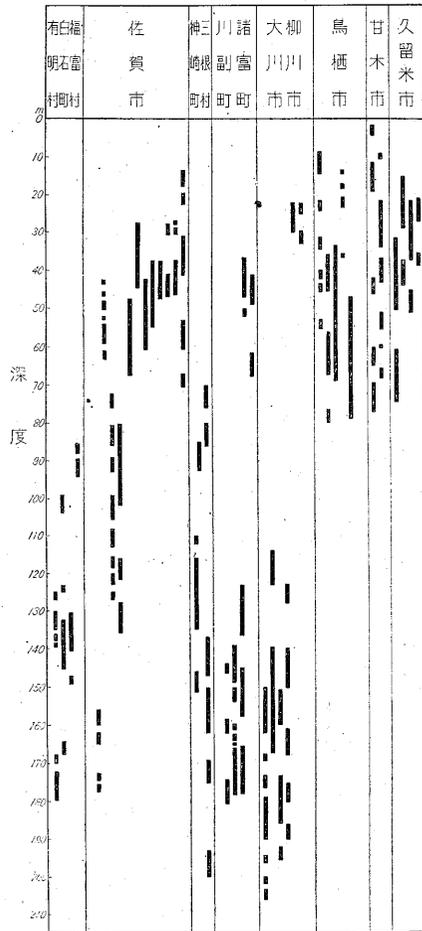
$$T = \frac{0.183}{A(S_w/Q)}$$

T: 透水量係数

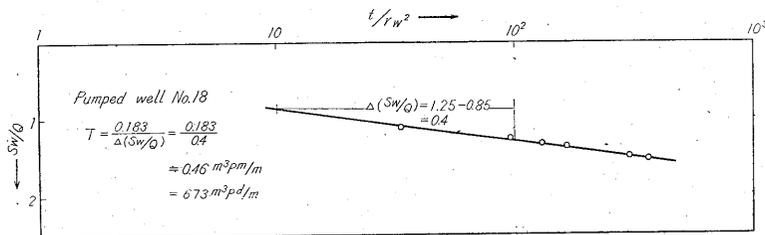
S_w: 井戸内の水位降下

Q: 揚水量

A(S_w/Q): log(t/r_w²) の 1 cycle あたりの変化量



第5図 筑後川下流流域で利用されている帯水層の深度を示す図



第6図 簡易水道水源井 (No. 18) の透水量係数 (T) を求める計算図

水位回復法に対しては Theis の公式⁶⁾

$$T = \frac{0.183Q}{S_r} \log_{10} \frac{t}{t'}$$

S_r : 静水位と回復水位との差

t : 揚水開始後の時間

t' : 揚水中止後の時間

これらの公式は、片対数グラフによって解くことができる。水位降下法の場合には、算術尺に (S_w/Q) , 対数尺に (t/r_w^2) をとって plot されて求められる直線の勾配から $\Delta(S_w/Q)$ が、また水位回復法の場合には算術尺に S_r , 対数尺に t/t' をとると ΔS_r が求められる。

各地区の帯水層が示す透水量係数は、次表のようにまとめられる。なお透水量係数は透水係数と帯水層の厚さとの積にひとしい。

第 1 表

井戸番号	透水量係数 (m ³ pd/m)	ストレーナの位置 (m)
1	55	95~100, 107~110, 125.5~127, 130~140, 168~179
9	195	38~60
20	757	(深度 250)
18	673	(同 153)
21	161	99~112, 115~135
25	44.6	36~47, 56~68, 76~80
28	4	13.5~15, 16.5~19, 20.5~23.5, 39~40
31	9.7	47~79
39	225	(深度 150)

海岸平野の帯水層の示す透水量係数は、盆地のそれよりもはるかに大きい。その原因と考えられるものは、砂・礫の粒度と淘汰との相違で、海岸平野の帯水層がより粗粒あるいは土粒子の均等係数が小さいといえる。したがって同一揚水量をうるときの比較においては、海岸平野の方がより小さい水位降下ですむ。なおこの性質の相違は、地下水の化学的性質にも一半の原因があるとも考えられる。それは次章で述べるように盆地の地下水は、よりアルカリ性を示すからである。一般にアルカリ性土壌は、土の透水性が小さいという性質をもっている。

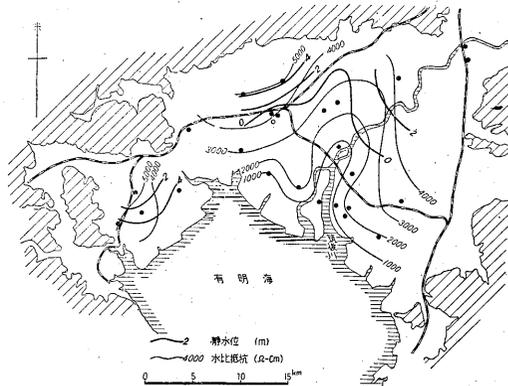
井戸の揚水に伴って大量の排砂が行なわれている。また水位の低下も著しい。とくに 100 m 以深の帯水層ほど、水量減少の度合いが大きい。このような井戸は、掃除を行なっても揚水量の増加はみられず、むしろそのために減少することがあるという。これなどは帯水層の土粒子の形状、あるいは地下水の包蔵能力に関連ある現象とみうけられる。

なお揚水に伴う影響圏の算出は、十分なデータをと

ることができなかつたので省略するが、佐賀市内においては 1,000 m³/day の揚水に対し、井戸から 2 km 離れた地点で 3 cm の水位降下があるという。

7. 地下水の流動

地下水の集水区域は地形と地質とに区分され、地形的集水区域は分水嶺により、地質的集水区域は帯水層を包含する地層の露出する範囲で決定される。



第 7 図 井戸の静水位等高線および水比抵抗等値線

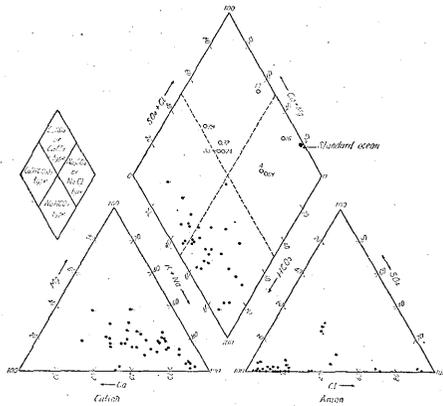
第 7 図は、海岸平野における被圧地下水の静水位と水比抵抗との概略を示している。地下水は動水勾配に応じて涵養地帯から排泄地帯に向かって流動し、それにしたがって水質も上流から下流に向かって溶存成分を増す。これから判断すると、当地区の被圧地下水は、東・北・西の山地、丘陵に源を発する河川または降雨によって養われていることがわかる。さらに筑後川左岸の地下水は矢部川水系に、佐賀市付近の地下水は嘉瀬川水系に、有明付近の地下水は六角川水系によっておもに養われている傾向がみだされる。

8. 化学的性質

調査地域内の地下水は、水質の特徴からつぎの 4 つの地下水に区分することができる。

1. 佐賀東部の地下水…佐賀市から神埼郡・三養基郡にかけての地下水
2. 佐賀南部の地下水…筑後川河口一帯の地下水
3. 杵島地下水………六角川・塩田川下流域の地下水
4. 鳥栖地下水………鳥栖市およびその周辺の地下水

佐賀平野の地下水と総称のするときは 1)~3) の地下水をさす。なお永田松三の調査によると、杵島地下水のうち、有明干拓地付近のものは、2) の地下水と類似の化学的性質をもっているという。



第 8 図 水の化学組成を示す Key diagram

8.1 水質

水温 佐賀平野の地下水は 19~25°C の範囲にある。本州の地下水の温度と比較すると深度 200 m 以浅の地下水としては高温の類に入るが、有明海沿岸の年平均気温や地温増加率などから考えると、全体としては高い水温とはいえない。鳥栖地下水は 18°C 前後である。

pH, RpH pH は全般的にアルカリ性の傾向を示し、平均値を示すと、佐賀平野では 7.3、鳥栖では 7.8 である。pH と RpH との差は、佐賀平野では 0.3 程度と平均しており、アルカリ性の強い鳥栖の地下水にはない。またごく浅いところの地下水をとっている井戸では、その差が大きく認められる。

HCO₃⁻ 佐賀東部の地下水では、HCO₃⁻ が 84~157 ppm であるが、筑後川河口付近では 113~372 ppm と増加する。杵島では少なくとも 61~86 ppm、鳥栖でも同様 28~84 ppm となっている。

Cl⁻ 全般的には 10 ppm 前後の値を示すが、佐賀平野では浅い深度の地下水に Cl⁻ の多いものがある。これについてはあとで詳述する。

NO₃⁻ 検出されなかった。

SO₄²⁻ SO₄²⁻ は一般に少なく 0~5 ppm である。しかし Cl⁻ のとくに多い地下水では、高い値がえられた。

NH₄⁺ 全域で NH₄⁺ が検出され、最大は 8 ppm である。佐賀南部の地下水では 1.3~8.0 ppm と高く、その他の地区では 0.8 ppm 以下である。

K⁺ 地下水区分にしたがって多い順に示すと、佐賀南部 (平均 20.7 ppm)、杵島 (5.8)、佐賀東部 (1.8)、鳥栖 (1.1) の順となる。

Na⁺ Na⁺ は比較的多く含有され、全陽イオンの 50% 以上を占めるものが圧倒的である。Na⁺ の多い順に示すと、佐賀南部 (695~70 ppm)・佐賀東部 (48~21)・杵島および鳥栖 (24~14) の順となる。

Fe Fe²⁺ は、佐賀東部、同南部の地下水に検出され、0.10~0.66 ppm、杵島では 0.00~0.15 ppm であるが、鳥栖では No. 8 を除き検出されなかった。

Fe³⁺ は適確に表現することができないが、鳥栖地区では微量ながら全域に検出された。

Ca²⁺, Mg²⁺ 全般的に硬度は 0.2~8.4 度を示し、佐賀東部・同南部の地下水の硬度は、杵島・鳥栖の地下水よりも高い。

とくに注目されることは、鳥栖の地下水は Mg/Ca の値が、他の地区に比較してきわめて低いことである。

SiO₂ SiO₂ は一般に多く、杵島および佐賀南部の地下水が 71~63 ppm、佐賀東部が 60~25 ppm、鳥栖が 55~17 ppm を示している。

KMnO₄ 消費量 一般的傾向としては、KMnO₄ 消費量は 10 ppm 以下であるが、H₂S 臭のある地下水および佐賀南部の地下水は、比較的多く、平均 14.2 ppm となっている。

天然ガス 佐賀南部 および有明干拓地にある井戸には、天然ガスの徴候がある。

8.2 化学組成

Piper and Garrett の Key diagram によると、当地区の地下水は NaHCO₃ type で代表される化学組成をもっている。すなわち Na および HCO₃ が陽イオンおよび陰イオンの 50% 以上を占める。その関係は第 8 図によってよく示されている。しかし詳細にみると、平野の周縁部すなわち山麓に近い地下水のかん養地帯に近いところの地下水は、むしろ Ca(HCO₃)₂ type の化学組成を示している。

筑後川の表流 および河床下の自由水面をもつ地下水は、CaSO₄ type の水であるが、これは水源あるいは上流流域の地質が、火山岩であることによるものと考えられる。

さきに指摘したように、海岸平野には Cl⁻ の多い地下水がある。それらの化学組成は NaCl type であって、海水の性質をもった地下水といえることができる。筑後川の河口に近い諸富町でのボーリング孔内における電気検層の結果、すなわち深度約 45 m までの堆積物は砂礫・粘土の物質に関係なくほぼ一様な低い層比抵抗を示すことから判断すると、この堆積物にはかなりの塩水が残留しているものと解せられる。したがってこの帯水層に対するさく井技術上の処置をあやまった井戸が、Cl⁻ の多い地下水を産出しているとみなすことができる。深度 30 m 前後と 60~70 m (Cl⁻ 20 ppm 以下) との 2 つの帯水層から取水している井戸が、Cl⁻ 1,000 ppm 以上を示すのは、ポンプの位置が浅いことから判断しても大半の地下水が 30 m 前後の帯水層から湧出しているためと

第 2 表 水 質

No.	井戸深度またはストレーナ位置 (m)	Tw (°C)	pH	RpH	Free CO ₂ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)
1	95~100, 107~110, 125.5~127, 130~140, 168~179	23.6	7.3	7.5	3.5	67.1	7.8	0.00
2	99~104, 122.5~124, 131~141, 164~167.5	20.0	7.3	7.4	4.4	86.0	7.8	0.00
3	130~141, 147~150	20.2	7.3	7.3	3.5	61.0	10.7	0.00
4	86~94	21.6	7.2	7.7	—	297.6	419.1	0.00
5	151.5	19.2	7.7	7.7	1.7	113.4	12.1	0.00
6	80~102, 116~121, 128~136.5	20.1	7.3	7.5	2.6	84.1	5.8	0.00
7	115~118	22.3	7.4	7.5	4.4	111.0	5.0	0.00
8	13.8~17.5, 19.7~24.0, 34~41.2, 53~62, 67~71	19.2	7.3	7.4	7.1	126.8	8.9	0.00
9	38~60	19.2	7.3	7.5	9.8	125.6	13.1	0.00
10	30~50	21.2	7.1	7.4	9.8	132.9	6.2	0.00
11	145~155, 161.5~169	22.6	7.4	7.7	7.1	154.9	3.6	0.00
12	93.5~102, 109~121, 142~143, 159~161, 175~181,	22.9	7.3	7.5	—	291.5	84.6	0.00
13	204	21.6	7.3	7.6	—	272.5	36.9	0.00
14	160~172, 175~185,	25.3	7.5	7.8	—	372.1	59.4	0.00
15	137~153, 159~179	24.3	7.6	—	—	219.0	7.0	0.00
16	124~136, 137~165, 166~177	19.1	6.8	7.5	—	248.8	1452.5	0.00
17	自噴井	18.8	7.3	7.6	8.0	206.1	13.5	0.00
18	153	23.7	6.5	7.0	—	50.0	68.2	—
19	85~90.5	16.6	7.5	—	—	122.7	827.1	0.00
20	250	23.8	7.5	8.0	8.9	239.1	18.1	0.00
21	99~112, 115~135,	21.2	7.3	7.6	6.2	157.3	5.7	0.00
22	139~148, 150~165, 169~175, 194~200	20.9	7.5	7.6	2.6	115.9	4.9	0.00
23	—	17.8	6.9	7.1	10.7	61.9	7.0	0.00
24	9~15, 21~24, 31~35, 39~45, 53~56	17.7	6.2	7.1	28.7	48.8	16.7	0.01
25	36~47, 56~68, 76~80	18.0	7.1	—	1.7	54.9	6.0	0.01
26	33~69	20.1	8.4	8.4	0.0	33.6	16.4	0.00
27	60	17.6	8.5	8.5	0.0	28.7	0.7	0.00
28	13.5~15, 16.5~19, 20.5~23.5, 39~40	17.8	7.2	7.4	12.5	129.3	68.1	0.01
29	52.0~63.5, 70~81	20.2	7.4	7.5	1.7	84.1	6.0	0.00
30	自噴井	—	7.9	7.9	0.0	40.2	5.7	0.07
31	47~79,	18.6	8.5	8.5	0.0	41.5	0.9	0.00
32	筑後川	—	7.9	7.9	0.0	32.3	11.7	0.09
33	同伏流	16.0	6.9	6.9	1.7	34.7	11.7	0.07
34	21~31, 37~42	19.6	7.5	7.7	6.2	262.9	45.2	0.00
35	32~51, 61~74	20.9	7.4	7.5	3.5	91.5	15.6	0.00
36	52~53, 92~93.5, 99~110	18.4	6.9	7.3	6.2	54.2	7.7	0.00
37	150~206	26.4	7.5	7.7	7.1	248.8	78.7	0.00
38	151~160, 174~186, 192.5~194	24.7	7.4	7.8	6.2	158.6	22.4	0.00
39	150	19.4	7.3	7.8	—	622.2	75.4	0.00

筑後川下流平野の地下水 (村下敏夫・高橋 稔・武居由之・後藤準次)

分 析 表

SO ₄ ²⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	Total Hardness (ドイツ)	SiO ₂ (ppm) 比 色	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)	備 考
2	0.1	4.9	16.0	0.06	0.05	8.0	4.6	2.2	68.6	3.7	0.13	
2	0.2	7.0	24.9	0.15	0.00	6.8	4.0	1.9	63.4	3.8	0.37	
3	0.0	5.7	17.4	0.00	0.05	7.4	3.6	1.9	68.6	0.4	0.14	
2	7.0	24.9	259.5	0.11	0.00	49.8	41.4	16.5	55.0	24.6	0.65	H ₂ S 臭
0	0.3	1.7	26.1	0.00	0.02	18.6	5.2	3.8	25.4	1.7	0.16	
0	0.2	0.7	21.2	0.10	0.00	11.4	3.1	2.3	37.4	3.0	0.30	
2	0.0	1.5	23.3	0.15	0.00	15.2	4.6	3.2	38.6	2.3	0.21	
0	0.1	1.8	30.8	0.24	0.00	12.6	7.1	3.4	47.6	6.3	0.28	
2	0.3	1.2	27.8	0.25	0.05	16.6	8.0	4.2	46.6	6.3	0.21	
1	1.0	2.2	38.8	0.53	0.00	9.2	5.1	2.5	55.0	7.9	0.63	
2	1.8	6.9	40.5	0.12	0.00	14.4	4.7	3.1	65.4	12.6	0.65	
3	4.0	15.2	92.6	0.38	0.00	17.5	17.1	6.4	66.2	14.9	0.65	ガス徴
1	8.0	15.8	77.0	0.50	0.00	14.5	15.8	5.7	66.2	13.6	0.16	ガス徴
0	3.6	16.8	138.8	0.45	0.00	16.6	9.8	4.6	71.0	17.7	0.36	ガス徴
1	3.6	10.0	81.2	—	—	6.2	3.3	1.6	71.4	15.0	1.20	混合水
17	4.4	41.8	695.0	0.61	0.00	122.4	107.5	41.9	66.2	8.0	0.00	
5	1.0	8.7	56.1	0.05	0.03	13.0	8.6	3.8	78.0	16.7	0.60	
3	0.0	8.2	50.8	—	—	11.1	5.6	2.8	76.6	3.5	0.00	
0	13.0	33.7	205.0	0.08	0.00	106.1	111.1	8.1	22.5	11.5	0.00	
5	0.3	3.8	70.8	0.10	0.05	20.6	6.6	4.3	38.0	18.0	—	
1	0.2	1.4	33.3	0.36	0.00	20.7	6.8	4.5	38.0	6.2	0.14	H ₂ S 臭
3	0.7	3.9	48.5	0.24	0.07	3.3	1.6	0.8	60.0	15.5	0.91	H ₂ S 臭
0	0.1	1.2	18.0	0.00	0.05	7.9	1.5	1.5	55.0	1.8	0.04	
25	0.1	3.6	17.2	0.00	0.02	17.6	4.4	3.5	38.0	1.8	0.02	
0	0.2	1.5	14.6	0.16	0.00	7.4	2.2	1.5	46.6	5.8	0.16	
3	0.1	2.4	16.9	0.00	0.01	13.9	0.5	2.0	20.0	0.3	0.01	自噴井
2	0.2	0.6	11.5	0.00	0.03	9.7	0.0	1.4	19.0	2.8	0.05	
21	0.1	1.0	27.0	0.00	0.01	58.8	11.8	10.9	48.0	2.8	0.05	
0	0.1	0.8	15.7	0.00	0.03	15.4	3.2	2.9	45.4	6.1	0.09	
3	0.3	0.6	21.5	0.00	0.05	1.2	0.2	0.2	20.0	9.4	0.36	
3	0.8	0.5	25.5	0.00	0.05	2.0	0.2	0.3	17.4	7.1	0.30	
16	0.5	2.9	9.1	—	—	11.0	3.3	2.3	32.4	8.2	0.04	
15	0.1	2.9	10.1	0.05	0.03	11.4	3.1	2.3	34.6	3.1	0.04	
5	0.9	7.3	128.0	0.10	0.00	11.6	4.3	2.6	59.4	5.6	0.15	
0	0.4	4.5	35.3	0.10	0.03	7.3	3.7	1.9	65.4	9.1	0.24	
2	0.1	2.4	9.4	0.00	0.05	10.2	4.7	2.5	53.4	0.8	0.15	
1	2.5	15.8	120.2	0.08	0.00	13.7	10.5	4.3	80.0	19.2	0.22	
1	1.6	11.2	29.2	0.06	0.02	20.1	13.0	5.8	76.0	3.0	0.16	
1	0.1	6.2	51.8	0.10	0.03	99.1	51.0	25.6	46.6	3.1	0.02	

解すべきであろう。

8.3 その他

鉄バクテリア (ほとんどが *Leptotrix*) は、佐賀市内の 100 m 以浅の井戸から検出される。鉄バクテリアによる障害は、潜在的ではあるがかなり大きいようである。

地下水の汲み揚げによる Cl^- の増加は、経年観測が行なわれていないので、正確には把握できないが、有明干拓地の背面福富村および白石町などはその傾向があるといわれている。元来この付近の地下水のうち、深度 80~90 m 前後のものは Cl^- が比較的多く、また色度も若干あるが、140~170 m のものは Cl^- は少ないが色度が高いという。この 100 m 以浅の Cl^- は有明干拓地の深井戸がフルに稼動する夏季に著しく増加し、年々 Cl^- 増加の傾向にあるという。

また調査中認められた現象に、地盤沈下がある。地盤沈下は井戸のケーシングの抜け上りから判断することができる。抜け上りは臨海部で多くみうけられ、佐賀市南部の東与賀では抜け上り量が約 50 cm、白石町大戸では 40 cm (さく井年は昭和 28 年)、同町築切では 12 cm (33 年に竣立) である。これらの井戸は簡易水道に使用されていて、揚水量は $500 m^3/day$ 未満である。地盤沈下の原因は、標高 5~4 m 未満の地帯が比較的新しい時代の干拓地であることから考察すると、揚水よりもむしろ自然圧密によるものと考えられる。

9. 結 論

(1) 筑後川下流平野の地下水は、久留米と鳥栖とを結ぶ線を境として、上流の盆地と下流の海岸平野との 2 つの異なった地下水系に分けられる。

(2) 盆地における地下水の利用限界は深度 100 m までで、揚水量は 1 井あたり $1,000 m^3/day$ 以下である。

(3) 海岸平野における地下水の利用限界は 50 m 以深で、さく井にあたってはとくに 50 m 以浅の帯水層について充分の注意を払うとともに、揚水量は $1,500 m^3/day$ どまりとすべきである。

(4) 地下水の化学組成は、 $NaHCO_3$ type であって、山麓部の地下水が $Ca(HCO_3)_2$ type を示すにすぎない。なお盆地の地下水は、海岸平野のそれよりもよりアルカリ性である。

(昭和 34 年 6 月, 35 年 1 月調査)

引用・参考文献

- 1) 藤川武信: 干拓研究報告, 第 33 号, 1954
- 2) Jacob, C. E. & S. W. Lohman: Nonsteady flow to a well of constant drawdown in a extensive aquifer, *Trans. Amer. Geophy. Union*, Vol. 33, No. 4, 1952
- 3) 栗原重利: 筑後川下流地域地震探鉱調査報告, 1951
- 4) 中野尊正・小林国夫: 日本の自然, 岩波新書, 1959
- 5) 蜷川親治・田村芳雄: 筑後川河口付近海底地震探査報告, 1959
- 6) Theis, C. V.: The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage, *Trans. Amer. Geophy. Union*, Vol. 16, 1935
- 7) 山崎光夫: 有明海沿岸を主体とする北九州の沖積世 (新石器時代), 九州大学教養部地学研究報告, 第 4 号, 1957