

## 玉名平野の地下水に関する調査研究

尾崎 次 男\*

## Ground Water in Tamana Plain, Kumamoto Prefecture

By

Tsugio OZAKI

## Abstract

The ground water in this area is utilized for domestic, municipal supplies, industry and irrigation. Considerable consumption of ground water amounts to about 15,000 cubic meters a day and the quantity of water utilized for industry is only 7 percent of the whole.

The Quaternary sediments have the thickness over 120 meters ascertained by drilling in Nagasu town along the Ariake bay.

The sediments form water bearing strata in this plain and main aquifers are composed of sand and gravel.

In this area there are free ground water and artesian ground water, and at the coastal plain, it is necessary to develop more artesian ground water than free ground water.

Water well yields 1,000 to 1,500 cubic meters a day, and it can be developed in deeper artesian aquifers of the coastal plain and in the terrace deposits, about 500 cubic meters a day.

The artesian ground water is generally good in quality and abundant in quantity, and it is available at the area on the left side of Kikuchi river in the coastal plain.

## 要 約

1) 本報告は昭和39年度経常研究として、玉名平野について行なつた地下水調査および菊池川について行なつた河川水文調査などの結果をとりまとめている。

2) 玉名平野を含む有明海沿岸地区は新産業都市の指定をうけ、将来の工業発展が予想される地域である。本地域において利用の対象となる水資源は地表水および地下水であるが、地表水のうちもつとも規模が大きい菊池川では、新白石堰により  $14.052\text{m}^3/\text{sec}$  の表流が、かんがい・その他の用水に取水される結果、今後他の目的への表流・利用は困難視される。

3) 自由面地下水および被圧地下水は広範囲に分布しており、工業用および上水道などの水源にそれぞれ利用されている。これらの地下水取得量は1日に  $8,000\text{m}^3$  にも達しておらず、これに臨海部に分布する自噴井群の量を含めても、なお  $15,000\text{m}^3/\text{day}$  に達しないものと推定される。

4) 利用の対象となる帯水層は沖積層および洪積層中の砂礫層であつて、臨海部における洪積層の下限は長洲町では深度127mまで確認されている。臨海部付近では深度30m前後、50~60m・70~80mおよび100m前後に認められる砂および砂礫がそれぞれ主要な帯水層となつている。さらに120m以深にも帯水層の存在が推定される。

5) 水比抵抗の測定結果では、境川および菊池川に沿つた部分と臨海部付近には低比抵抗を示す被圧地下水が分布する。これに対し菊池川左岸には水比抵抗  $5,000\ \Omega\text{-cm}$  以上を示す被圧地下水が分布している。すなわち、玉名市伊倉付近から大浜に向かう部分と天水村赤崎付近から富新に向かう部分の被圧地下水は他にくらべて活発に流動しているものと考えられる。

6) 菊池川の下流部について行なつた水文調査の結果では、地下水の供給源は大部分が降水であつて、とくに菊池川表流から著しく多量に供給されている事実は考えられない。

7) 地下水の保全を考慮した、井戸の地下水取得可能

\* 応用地質部

量は台地で  $500 \text{ m}^3/\text{day}$  前後、低地では  $500\sim 1,500 \text{ m}^3/\text{day}$  と判断される。利用の対象となる帯水層は  $70 \text{ m}$  以深が望ましく、地域的には天水村受免開から大豊付近が水質・水量に恵まれているので推奨できる。

8) 潮の干満現象による河水の塩分増減変化は流水の流速に関係がある。したがって、感潮部における河川表流の利用にあたっては流心部を取水の対象とするのが賢明である。

9) 新白石堰の完成により、堰下流における菊池川表流が著しく減少あるいは皆無に近い状態の時期には、表流の減少に関連して地下水の水理および水質に変化が生じる可能性が懸念される。したがって、これが関係を明らかにするため、堰下流において早急に観測井を掘さくし、菊池川表流に関連づけた地下水位および地下水の水質などの継続観測実施が望ましい。

### 1. 緒言

荒尾市・長洲町・岱明村および玉名市などの一部を含む有明湾岸地帯は、新産業都市の指定を受け、将来の発展が見込まれる地域であるが、現在は工業発展の途上にあり、みるべき工場が少なく、工業的には立ち遅れた地域といわざるを得ない。しかしながら、これまで多くの既成工業地帯がたどってきた実績が示すように、産業・文化の発展に伴って、水利用が増大し、その結果、地下

水位の低下、地下水の涸渇・減少および地盤沈下現象などの公共災害を惹起する可能性がある。したがって本地域における地下水・地表水などの水資源の分布状況を的確に把握し、その利用可能規模の大小を明らかにしておくことは、将来、水利用の開発および保全計画を進めるにあたり、国および県にとつてきわめて重要な問題である。

本報告は主として菊池川下流平野のいわゆる玉名平野について行なつた地下水調査と、菊池川表流からの地下水補給量を推定するための河川水文調査さらに灌漑用水利権が存在しない菊池川下流について、塩水の浸入機構の概略を明らかにし、また将来、水利用の余地があるかどうかを検討するため満潮時に菊池川下流について実施した水比抵抗測定結果などをそれぞれ記載している。

本調査研究の実施に当たっては、九州地方建設局山鹿出張所、熊本県企画課・河川課・企業局、玉名市商工課、岱明村企画課などの関係各位から多大の御協力および御便宜をいただいた。ここに記して厚く御礼申し上げます。

なお、本調査研究の一環として、地表水および地下水などの水質分析を行なつている。水質については、分析担当の後藤技官が別に報告することを付記しておく。

### 2. 調査の規模

#### 2.1 調査範囲

第1図に示す地域(第1図および5万分の1地形図、山鹿・高瀬および長洲参照)

#### 2.2 調査期間

昭和39年12月1日から  
12月20日まで

#### 2.3 調査員

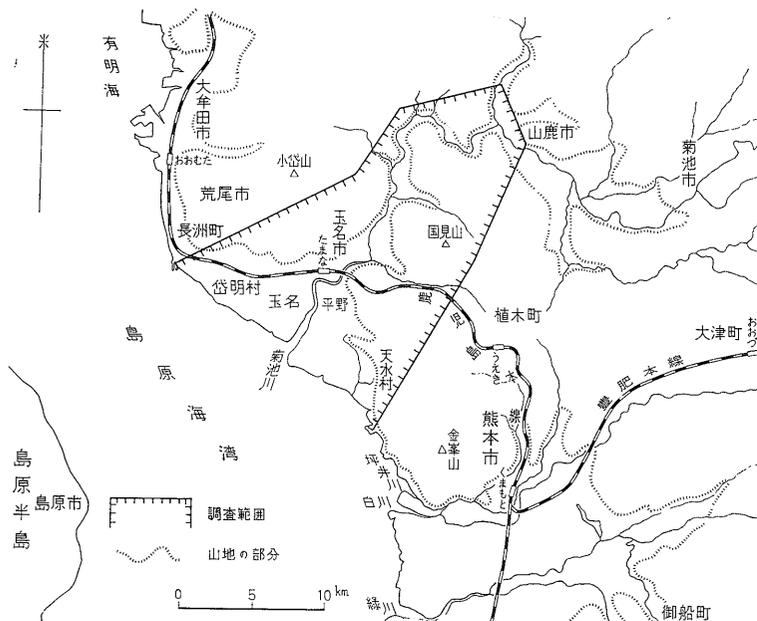
通商産業技官 尾崎 次男  
後藤 隼次

#### 2.4 調査実績

水温および水比抵抗の測定 120カ所  
河川の流量測定回数 20回

### 3. 水分布の概観

本地域において、利用の対象となる水資源は、河川、用水路および池沼などの地表水と地下水および湧泉などである。河川



第1図 調査位置図

は菊池川水系菊池川のほかに、浦川・菜切川・行末川・境川および唐人川などがあるが、菊池川を除いては、いずれも規模が小さいうえ水利用が高度に行なわれている。

菊池川は阿蘇外輪山に発源し、山鹿盆地を流下してからは、岩野川・坂田川・岩村川・和仁川・内田川・江田川・繁根木川および木の葉川などの諸支流を合し、玉名市溝の上付近から南方にひろがる玉名平野を貫流して有明海に注いでいる。流域面積おおよそ 955 km<sup>2</sup> を有し、水利用上熊本県にとってきわめて重要な河川となつている。

平野周辺における地形・地質を概説すると、まず平野の東方には旧期火山岩類からなる三ツ岳 (標高 684 m) が聳立し、ひきつづき北西に連なる山系 (国見山: 標高 388.8 m, 小代山: 標高 501 m) はおおむね花崗岩類・変成岩類などで構成されている。さらにこれら山地縁辺部には第三系の堆積層、第四系の火山噴出物ならびに洪積層などが低位な丘陵および台地を形成して、河成ならびに海成堆積物からなる沖積層がもつとも低位な平野部を形成している。

地域一円に分布する地下水のうち、山地部では、割れ目、あるいは洞穴中の地下水のほかは量的に期待できず、主として利用の対象となる地下水は台地および平野部における地層水であつて、地質的には沖積層および洪積層中に賦存する浅層および深層の地下水である。また三ツ岳西方の山麓部には湧泉群が認められている。このほか、本地域内には玉名市立願寺・天水村小天付近に温泉群がある。

#### 4. 水利用の現況

##### 4.1 地表水

菊池川には、旧白石堰あとに「熊本県営玉名平野土地改良事業」にかかわる工事として昭和 35 年度に着工され、最近完成した新白石堰がある。以前は旧白石堰およびその下流にある 3 カ所の揚水機場などの施設により、3290ha におよぶ灌漑面積の用水の確保にあつていたのであるが、これらの旧施設は新白石堰に統合され、さらに開田 206ha, 畑地灌漑 128ha および、これまで湧水・小河川などに水源を依存していた用水不足水田 263ha の用水補給をも併せ行なう計画となつている。新白石堰の取水計画の概要はつぎのとおりである。基準湧水量 16.30m<sup>3</sup>/sec, 取水量 14.052m<sup>3</sup>/sec (右岸 5.466m<sup>3</sup>/sec, 左岸 8.606m<sup>3</sup>/sec), 受益面積 4,360 余 ha となつている。

この新白石堰の完成により、菊池川の下流および小河川・湧水などの用水田水利権は事実上消失し、今後これ

第 1 表 井戸諸元利用状況

番号	名称	所在地	水源の種類	取得量 (cm <sup>3</sup> /day)	計取得量 (cm <sup>3</sup> /day)	用途	井戸諸元			揚水				水		元	
							深度 (m)	孔径 (mm)	径 (mm)	ポンプの馬力 (HP)	ポンプの口径 (mm)	ポンプ位置 (m)	揚水時間 (hr/day)	水自然水位 (m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /day)		
a	T 印刷	玉名市	深井戸 上水道	70 } 94 }	164	洗浄用 80%	70	200	4	80	25	5					
b	K 罐詰	玉名市新地	深井戸 浅井戸	2,273 }	2,273	洗浄用 80%	60 6	m 5.4×4.5	10 20	100		8 ~ 9 6	2.0/ 6				
c	玉名市上水道	玉名市溝の上	浅井戸	4,000	4,000	飲用 (夏季)	8	5 m	30×2 台			24	/4.78	最大 10,000			
d	玉名市大倉簡易水道	玉名市向都留	深井戸	400	400	飲用	60	300	10	75		17					
e	玉名市し尿処理場	玉名市繁根木	深井戸	750	750		60	250	7.5	75		20	/23.0				
				合計	7,588												

(注) SP, は水中モーターポンプ, TB, はタービンポンプ



第 2 図 地下水および水文調査要図

らの水源は他目的に活用できる可能性が残されているといえる。

工業用水としては、三井鉱山 K. K. が従来菊池川右岸にある河崎揚水機場の施設により  $50,000\text{m}^3/\text{day}$  の河水を取得しているが、今後は新白石堰から取水することになる。

4.2 地下水

玉名平野および周辺地域に分布する自由面地下水および被圧地下水は、一般飲料・上水道・工業用ならびに灌漑用などの水源にそれぞれ利用されている。被圧地下水は有明海岸低地では自噴するので、孔径 50 mm、深度

25 ~ 80 m の掘抜井によつて民家の飲料および灌漑用に供されている。また、白浜付近の山麓部における湧泉群も飲料・かんがい用などに高度に利用されている。

本地域における地下水の賦存量および排出量を明らかにするのは困難である。排出量のうち、上水道および工業用としての地下水取得量は 1 日に  $80,000\text{m}^3$  強であつて、工業用水の利用量は全取得量の 40 % にも達していない。掘抜井の自噴量は地区および深度によつて一様でなく、おおむね 5 ~ 60 l/min の範囲にあり、これらを含めた地下水取得量の合計は  $15,000\text{m}^3/\text{day}$  に達しないものと推定される (第 1 表および第 2 図参照)。

5. 地下地質と帯水層

5.1 地下地質

本地域の地下水は地形的には段丘および台地の地下水と低地の地下水に分けられ、さらに地質的に主要な帯水層は沖積層と考えられる。

本地域には、深度100mを超える井戸が少なく、また、井戸の本数が少ないため地下地質の全容を明らかにすることは困難である。得られた地質柱状図を第3図に示している(第3図参照)。

柱状図の結果では、台地を構成する洪積層は平野部に伏在し、海側に向かって深くなるものようである。第3図の結果から判断できる地下地質の特徴は概略つぎのようである。

台地および段丘では、地表下浅く、軽石・火山灰などの火山噴出物が認められ、以深は集塊岩・凝灰岩質岩石の堆積を主とし、これらに粘土・砂・砂礫などを挟在している。

平地では、深度10m前後までに砂礫層および砂層が

認められており、また内陸では20m前後、臨海部では40m前後に暗緑色あるいは黄褐色を呈する厚層の火山岩質堆積物が認められる。本層を挟んで上・下に砂層あるいは砂礫層が存在しており、横島小学校のさく井結果では85mの層準に貝殻が認められている。

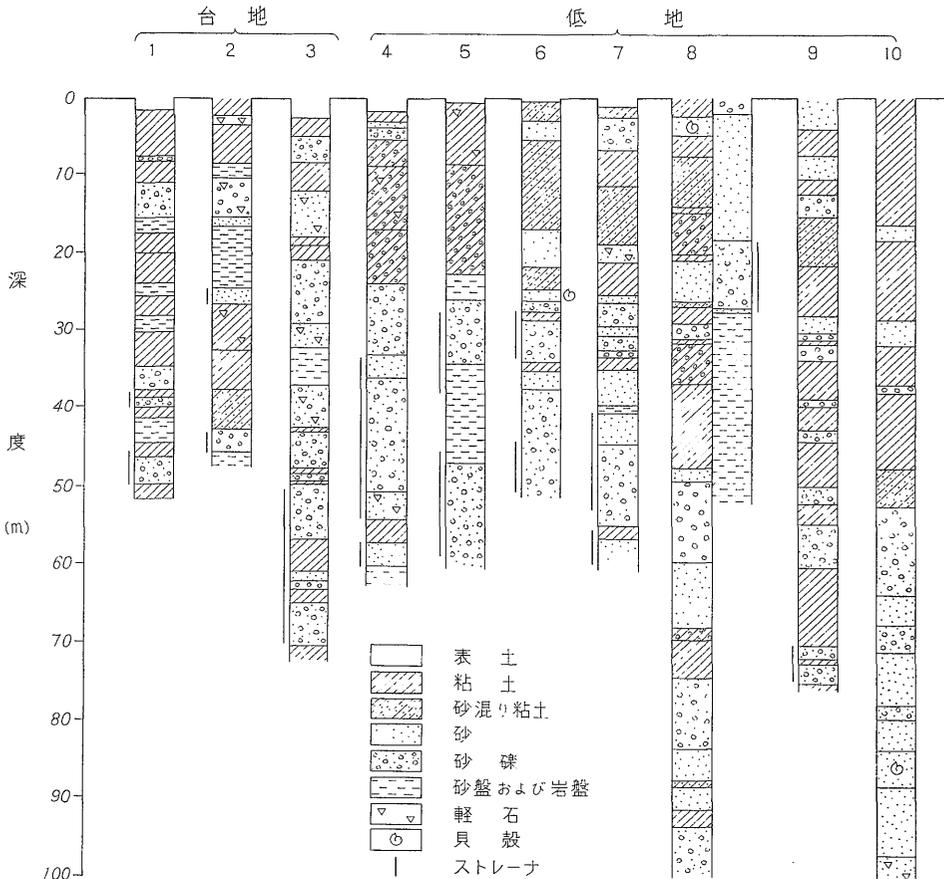
地域の西方にあたる長洲町新港付近には、地下構造地質を解明するため、ボーリングによる地質調査が行なわれた。これによると、深度180mまでの地層はおおよそ次のように説明されている。

5.1.1 沖積層(深度 0~7.20m)

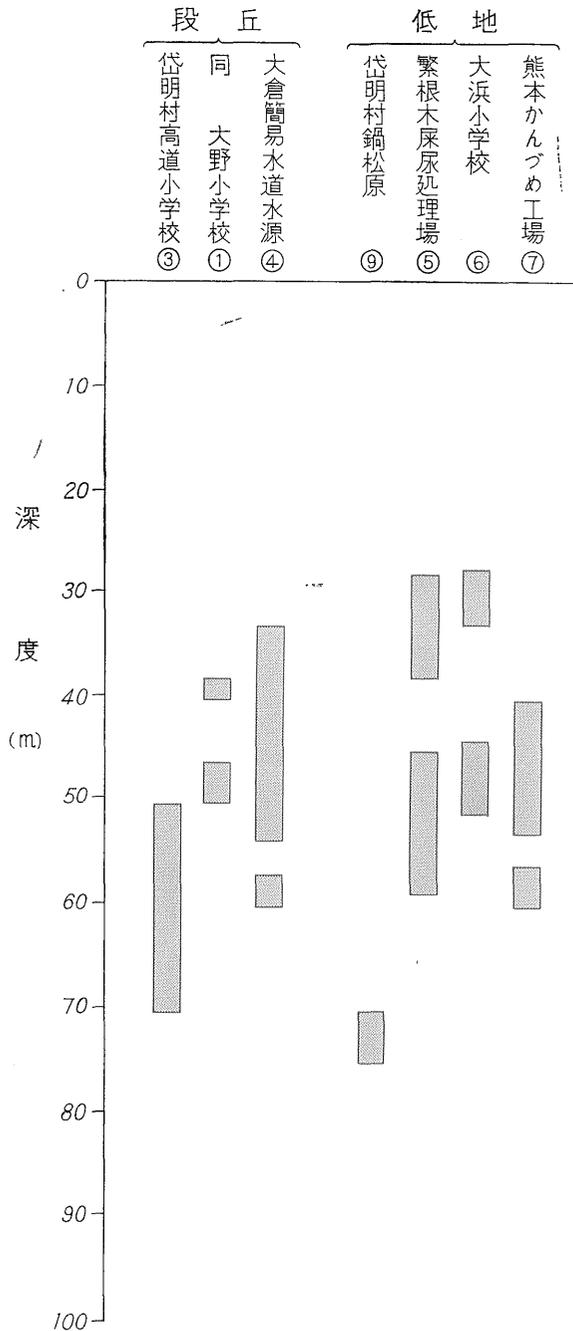
未固結の砂および粘土からなり砂には貝殻破片を多く含む。

5.1.2 洪積層(深度 7.20~127.0m)

阿蘇火山の噴出物と推定される凝灰岩および軽石凝灰岩が上部に、下部は砂・砂礫・粘土の互層となる。この互層は未固結であるが下部層になるに従い漸次固結度が高くなり、また砂は上部層が粗粒で下部になるに従い細粒となる。砂礫は主要なものが5層認められ、いずれも



第3図 地質柱状図



第4図 深井戸の収水層位置  
(井戸番号は第2図の地質柱状図位置番号と同じ)

細礫～中礫と粗粒砂で構成され、礫はチャート・片岩等の変成岩や花崗岩・安山岩からなり、変成岩類が大部分を占めるが、まれに砂岩も認められる。

5.1.3 新第三紀層 (深度 127 ~ 180.0m)

集塊岩および凝灰岩が厚く分布し、一部に約2mの砂岩を挟んでいる。凝灰岩はその大部分が軽石によりこう結され、固結度もかなり強く局部的に炭質物を含む。

5.2 帯水層

井戸の収水深度および掘抜井の深度から判断できる帯水層は、おおよそ次のとおりである。(第4図参照) 台地・丘陵では深度70mまでに主要な帯水層がおおむね4層認められる。すなわち20～30m、40m前後、50m前後および70m前後に認められる砂礫層であつて、これら帯水層の一部は平野部の地下深部に認められる帯水層に連続するものと考えられる。

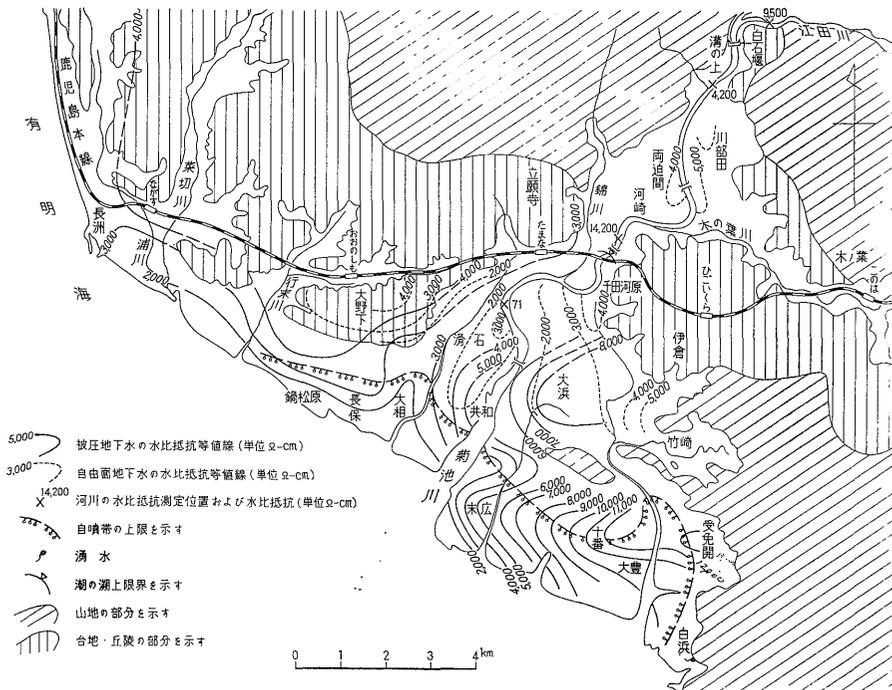
平野部では、深度27m・36m・55～72mの掘抜井が分布しており、海側に向かつて深くなつていく。臨海部付近では深度100mまでに30m前後、50～60m、70～80mおよび100m前後に認められる砂層および砂礫層がそれぞれ主要な帯水層を形成しているが、さらに下位の120～130mに未開発の帯水層の存在が推定できる。

6. 地下水理

6.1 水の温度

調査時における河川表流の温度は8～10℃、地下水の温度は9～20.5℃の範囲に及んでいる。地下浅層部に賦存する自由面地下水の温度は9～19℃の範囲にあつて、大部分が15℃前後を示すが、水温分布は地理的に一様でない。自由面地下水の温度は、概して菊池川右岸の滑石付近が他に比べて高くなつていく。被圧地下水の温度は14.5～20.5℃であるが、15℃前後を示すものが多い。

被圧地下水の温度は井戸深度の増加に従い高くなるのが通例で、ここでも、このような傾向が指摘できる。しかしながら、井戸深度が同程度の場合であつても、水温の高低は地理的に差が認められる。例えば、井戸深度が50～70mの場合、岱明村長久保および大相付近では水温がいずれも19℃前後を示すのに対し、天水村受免開では16℃前後を示している。このような関係を全域についてみると、大浜橋から下流では、菊池川の両岸付近および臨海部にかけて水温が18～20℃を示し、菊池川の左岸にあたる富新から東方の天水村受免開にかけての地域では水温16℃前後を示す被圧地下水が分布する。被圧地下水の温度が見掛上帯水層深度に関係なく、地域的に変化がある事実は地下水の供給あるいは帯水層と地下水との化学的変化に関連がある可能性があり、これらの解明は今後に残された



第5図 玉名平野地下水理要図

興味ある研究問題であろう。

## 6.2 水比抵抗

台地および平野部に分布する浅井戸および深井戸を対象とし、このうち108カ所の井戸について水比抵抗を測定した。さらに若干の河川表流についても測定している。これらの結果を取りまとめて第5図に示している。

(第5図参照)。水比抵抗は溶存成分の総量と逆相関の関係にあるから、全体としての水質判断をする目安となり、さらに地下水流動の傾向も察知できる。

**地表水：** 河川表流などの水比抵抗は50～11,000  $\Omega$ -cmの範囲にある。菊池川の支流である岩村川・内田川および江田川などの水比抵抗は8,000～9,500  $\Omega$ -cm台を示し、菊池川本流の水比抵抗は大橋付近までに11,000  $\Omega$ -cm台を示している。大橋下流に至ると海水の潮上が認められ、流水の水比抵抗は50  $\Omega$ -cmと著しく低下する。

**地下水：** 地下水の水比抵抗は850～10,300  $\Omega$ -cmの範囲にある。自由面地下水は850～4,100  $\Omega$ -cmを示しており、概して台地上および菊池川沿いの一部地域では高く、沖積低地では一般にその値が低下する傾向があつて、一部地域には地表汚染が認められる。菊池川沿いでは玉名市川部田一両迫間および豊水付近に他に比べて高い水比抵抗を示す地下水が分布し、その供給については、菊池川表流に関連があるものと考えられる。

被圧地下水の水比抵抗は井戸の深度および地域的に変化が認められる。すなわち、深度30～80mに賦存する被圧地下水の水比抵抗は1,000～10,300  $\Omega$ -cmを示している。水比抵抗の測定結果から本地域における被圧地下水の特徴を示すと、菊池川の沿岸で、とくに右岸地域および臨海部では井戸の深度に関係なく、5,000  $\Omega$ -cm以下を示す被圧地下水が分布している。これに対し天水村横島付近では井戸深度に関係なく5,000  $\Omega$ -cm以上の値を示す被圧地下水が分布している。このような事実は、水質的に検討すると、臨海部および菊池川河口付近で低比抵抗を示す被圧地下水は海水の地下侵入による塩水の影響をうけ、高比抵抗を示す地域は塩水の影響をうけていない地域と判断されるが、この問題を究明するには、地下水の流動、地下水補給量および明確な地下地質の解明が前提とならう。

## 6.3 水比抵抗から推定される地下水の流動

玉名市川部田および両迫間付近、さらに千田川原付近には菊池川に沿つて水比抵抗4,000  $\Omega$ -cm台を示す自由面地下水が細長くのびている。これらの地下水の供給源は直上の降雨以外に菊池川表流に関連があるものと推定される。菊池川右岸台地では水比抵抗4,000  $\Omega$ -cm台を示す被圧地下水が分布しており、東方に向かってその値を減じている。また菊池川の左岸低地では水比抵抗が5,000  $\Omega$ -cm以上を示す被圧地下水が分布し、西方に

向かってその値を減じ、境川付近がもつとも低い値を示している。第5図の結果から判断できる被圧地下水の供給源は主として降雨であつて、被圧地下水は右岸地域では東南方に向かつて流動している。また、左岸地域では玉名市伊倉付近から大浜に向かうものと、天水村赤崎付近から富新に向かつて舌状にのびる水比抵抗等値線が認められ、これらの部分の地下水は他にくらべて、かなり活発に流動しているものと推定される。

6.4 地下水の排出量

地下水は、河川および湖海に流出するだけでなく、井戸施設により取得される。ここでは、被圧地下水は自噴し、またポンプ揚水により大量が取得されている。

被圧地下水の圧力面（地表面から静止水面までの高さ）は井戸の深度および地域的に異なるが、 $-0.5 \sim +2.0\text{m}$ 以上の範囲にあり、概して、深部帯水層中の被圧地下水ほど、また地域的には臨海部ほど高い。さらに、満潮時には潮汐の影響をうけ自噴する地域があるほか、四季による変化があつて、一般に夏季には圧力面が高くなる傾向がある。

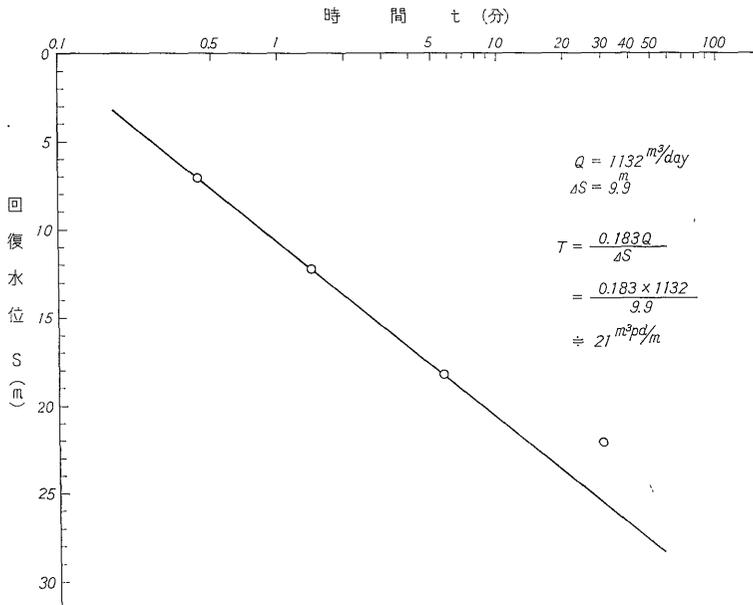
掘抜井の自噴量は  $5 \sim 60 \text{ l/min}$  の範囲にあつて、深部帯水層中の地下水が自噴規模が大きく、地域的には天水村受免開・大豊および大関付近などの地区がすぐれている。本地域において被圧地下水の取得量は工場およびその他で  $3,000\text{m}^3/\text{day}$ 、掘抜井の自噴量  $2,000\text{m}^3/\text{day}$

程度を見込むと合計  $5,000\text{m}^3/\text{day}$  程度にすぎず、地下水開発の余地は充分にあるといいうる。

7. 帯水層の水理的性格と地下水取得可能量

地下水の取得可能量は帯水層の物理的性質およびその供給量の多寡に支配される。帯水層の水理的性格は揚水試験によらねばならないが、ここには既存の試験が少なく、わずかに玉名市繁根木にある深井戸（孔径  $250\text{mm}$ 、深度  $60\text{m}$ ）の資料があるにすぎない。段階試験と水位回復試験の結果を第6図および第7図にそれぞれ示している。また深井戸の揚水量と水位降下の関係から帯水層の優劣を判断することが可能と考えられるので、この関係を第8図に示している。（第6～第8図参照）

第6図の結果から得られた帯水層の水理常数である透水量係数 (T) は  $21.0\text{m}^3/\text{day}/\text{m}$  ときわめて小さな値を示している。また第7図の結果でも明らかなように、揚水量が  $900\text{m}^3/\text{day}$  をこえると揚水量に くらべて水位降下が著しく増加する関係が認められている。したがつて、この井戸では限界揚水量は  $900\text{m}^3/\text{day}$  前後であつて、揚水量が  $1,000\text{m}^3/\text{day}$  というのは、すでに過剰揚水の状態になつているといえる。また、第8図の結果では収水層の長さにも関係するが、おおむね深部の帯水層対象とした深井戸と臨海部に賦存する深度  $50 \sim 60\text{m}$  の帯水層を対象とした深井戸の揚水規模が他にくらべてす



第6図 玉名市繁根木水源井における回復試験



第2表 菊池川表流流量縦断方向の増減

区間	番号	水路名	測定場所	測定年月日 (昭和)	流量 (m³/sec)	流量差注1)		上流側断面流量に対する流量差の百分率差注2)	区間長に対する流量差の割合 (m³/sec/km)
						増 (m³/sec)	減 (m³/sec)		
I	1	菊池川	山鹿市椿井	39.12.4	12.29			8.1	1.12/4.0=0.280
	支1	岩村川	玉名郡菊水町菰田	39.12.4	0.13		1.12		
	支2	和仁川	同 菊水町平野	39.12.4	0.33				
	2	菊池川	同 菊水町江栗	39.12.4	13.87				
II	2	菊池川	同 菊水町江栗	39.12.8	13.79		1.47	11.95	1.47/3.5=0.420
	3	菊池川	同 菊水町内田	39.12.8	12.32				
III	支3	内田川	同 菊水町内田	39.12.8	0.24		0.68	5.0	0.68/3.5=0.194
	支4	江田川	同 菊水町江田	39.12.8	0.31				
	支5	三蔵川	玉名市溝の上	39.12.7	0.01				
	4	菊池川	玉名市溝の上	39.12.7	13.56				
IV	5	菊池川	玉名市河崎	39.12.7	14.10	0.54		3.84	0.54/4.0=0.135
I・II および III	1	菊池川	山鹿市椿井	39.12.10	12.73		0.13	0.94	0.13/11.0=0.012
	4	菊池川	玉名市溝の上	39.12.10	13.88				
IV	4'	菊池川	玉名市両迫間	39.12.10	14.11	0.23		1.63	0.23/2.5=0.092

注1)

$$\pm \Delta Q = \{ Q_2 - (Q_1 + Q_3) \}$$

$\Delta Q$ : 流量差

+ のとき増 - のとき減

$Q_2$ : 下流側断面流量

$Q_1$ : 上流側断面流量

$Q_3$ : この断面区間に流入(+), あるいは流出

(-)する, 支流, 用水などの流量

注2)

$$\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \times 100$$

2) 菊水町江栗地先から内田地先までには, 上流側流量の11.95%にあたる1.47 m³/secの流量減が認められる。

3) 菊水町内田地先から玉名市溝の上地先までには, 右岸支流内田川・三蔵川および左岸支流江田川などの流入があり, 江田川と菊池川の合流点からすぐ下流には白石堰がある。この区間では下流側までに上流側流量の5.0%にあたる0.68 m³/secの流量増加が認められる。

4) 玉名市溝の上地先から河崎地先までの区間では下流側までに, 上流側流量の3.84%に当たる0.54 m³/secの流量増加が認められている。

5) 同時流量測定結果では, 山鹿市椿井地先の流量は12.73 m³/secを示し, 玉名市溝の上では13.88 m³/secであった。この区間には諸支流の流入があり, 支流量の合計を加算して, 差引きすれば, 下流側までに上流側流量の0.94%にあたる0.13 m³/secの流量増加が認められる。

6) 玉名市溝の上地先の流量は13.88 m³/secを示している。両迫間には建設省の流量観測所があつて, この断

面における流量は14.11 m³/secとなつた。上流側断面および下流側断面における流量の差引結果では, 両迫間地先までに上流側流量の1.63%にあたる0.23 m³/secの流量増加が認められる。

### 8.3 測定結果に対する考察

菊池川について行なつた河川縦断方向における流量の増減変化について考察すると, 山鹿市椿井付近から菊水町内田付近に至る区間では流量の増加ならびに減少が認められ, 内田付近から玉名市河崎付近までに至る区間では, いずれも下流側において流量増加の傾向を示している。さらに内田地先から上流側における流量の増加および減少の割合が大きく, 内田地先から下流では, その割合が小さくなつている関係が認められる。

内田地先から上流側の沿岸地域には, 主として花崗岩類および阿蘇熔岩などの地層が分布しており, 湧水時においては, このような流域からの著しい地下水湧出は期待できないから, 上流区間に認められる表流の著しい増加, 伏没現象は河川付近に限られるものと考えられる。

上流における菊池川の河谷は、幅 200~300m あり、河床堆積物は礫および花崗岩砂を主としている。菊水町江栗地先の流量測定断面は右岸寄りの水深が 2 m 以上あり、こうした流水断面積の増加が、見掛上、上流側で伏没した流量を、下流側で増加させているものと考えられる。

全般について、菊池川の流量は下流側に至るに従い流量増加の傾向が認められ、少なくとも冬季渇水時には、菊池川表流からの地下水供給が大量に行なわれていない水文環境にあるといえる。本調査結果、とくに注意を喚起したいのは、白石堰下流における砂利採取である。大規模な砂利採取は流水断面積の増加をもたらし、沿岸付

近の地下水を河川に流出せしめ、地下水水位低下を招来するからである。

### 9. 地表水および地下水の塩水化

玉名平野土地改良事業では、菊池川の白石堰における基準渇水量を 16.30 m<sup>3</sup>/sec、取水量を 14.052m<sup>3</sup>/sec として計画している。昭和 35 年の記録によると、菊池川の月別平均流量は第 3 表に示すように、8 月と 12 月から翌年の 3 月までの期間が概して流量が少ない。8 月の流量減はかんがい用水などの人為的取水による結果であろうが、昭和 35 年の記録では玉名における渇水量は 11.4 m<sup>3</sup>/sec となつている。（第 3 表参照）本調査時

第 3 表 菊池川の月別平均流量

観測所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
山鹿	19.0	15.7	14.7	18.9	28.4	54.8	24.3	6.5	30.2	21.6	16.8	14.5	流域面積586.5km <sup>2</sup>
玉名	15.7	13.7	14.2	27.3	43.0	74.3	35.9	13.5	59.7	25.6	19.0	16.5	同上 906.0km <sup>2</sup>

（建設省河川局昭和 35 年流量年表より） 単位：m<sup>3</sup>/sec

においても、玉名における流量は 14.0 m<sup>3</sup>/sec 前後を示しており、この値はおおむね渇水量に相当するものとみられる。したがって、かんがい期における渇水量が 14.0 m<sup>3</sup>/sec を下廻る時期には、白石堰下流における表流の減少あるいは枯渇によって、堰下流付近の地下水理に変化が生じさらに河床の低下なども加わって、河川表流および地下水中に海水の溯上を促進させ、塩水化の問題が懸念される。

#### 9.1 河川における塩水の溯上

海水は潮の干満現象により理論的には満潮位に相当する地盤標高まで溯上する。しかしながら一般河川では流水の抵抗をうけるため、その地点まで達しないのが普通である。菊池川では玉名大橋下流に落差 0.5~1.0m の瀬があり、潮は大潮時にもここから上流には溯上しない。すなわち、この地点が潮の溯上限界となつているようである。玉名大橋下流における菊池川について、4カ所に測定断面を設け、大潮時を選び満潮時および干潮時に水比抵抗および流速などの測定を行なつた。測定位置を第 2 図に示している。（第 2 図参照）

ここでは、断面 C における水比抵抗の結果と断面 B および断面 C における流速測定結果を第 9 図および第 10 図にそれぞれ示した。（第 9 図および第 10 図参照）

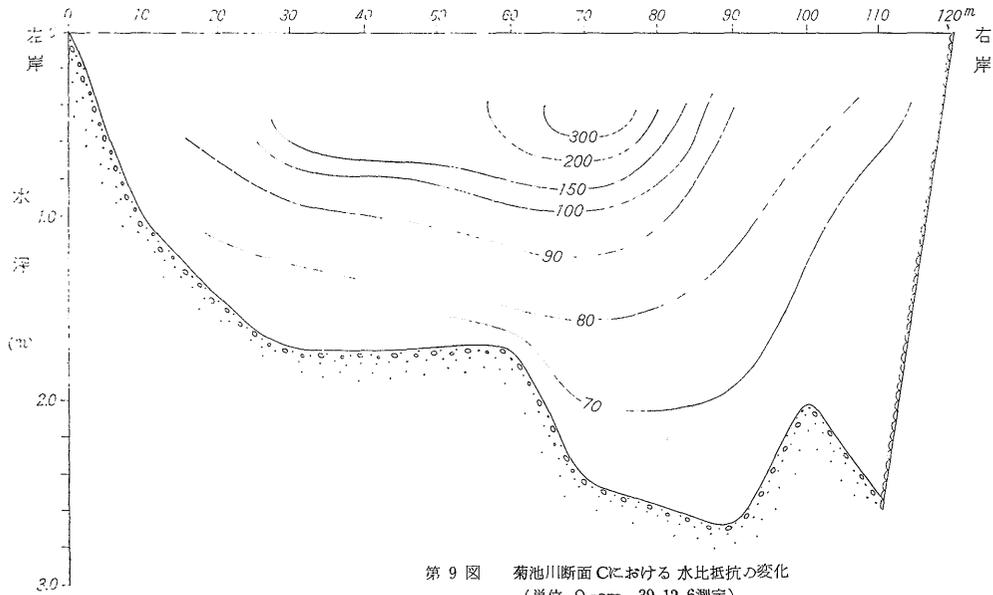
一般に塩分濃度と水比抵抗とは逆相関の関係にあるので、塩分濃度が増加すれば水比抵抗は減少する。満潮時に行なつた水比抵抗の結果では河川横断面の側面および

底面の部分で水比抵抗が減少しており、流心部と目される部分では水比抵抗が高くなつている関係が認められる。したがって、潮の溯上は、まず流速が著しく小なる部分である側面および底面にいち早く進入し、漸次、遅れて流速大なる部分に進入するという過程をたどるのであろう。さらに引き潮の場合には、まず流速大なる流心部から稀釈され、ついで側面および底面の部分に及ぶが、側面および底面の部分では稀釈されるまでに長時間を要するかあるいは稀釈されないまま残留する可能性がある。

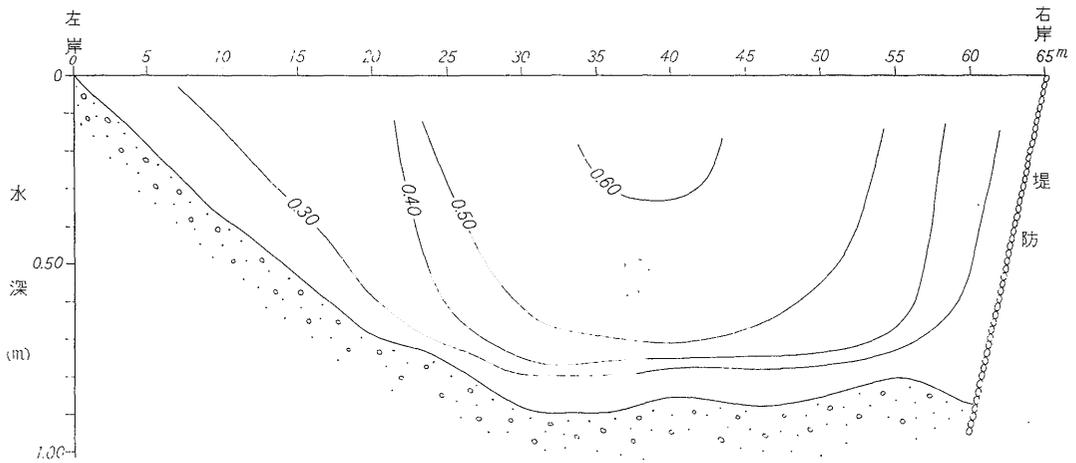
要するに、河川における潮の溯上を防止するには、河道上における流水量の確保と河床高の維持がきわめて重要である。白石堰下流における菊池川の現状は、大規模な砂利採取による河床低下が著しく、さらに、かんがい期における表流水の取得により、堰下流における流量は著しく減少あるいは皆無となる場合も予想されるので、限られた期間は潮の溯上が現在地点から上流にまで波及するのは免れないものと推定される。感潮部において水利用をはかる場合には、流速大なる流心部を対象にするのが賢明で、さらに利用はなるべくなら満潮時をさけ、干潮時に限ることが望ましい。

#### 9.2 地下水の塩水化

長洲町臨海部にある農業用井戸には一部地下水の塩水化の徴候が認められているが、この地域では地下水の塩水化は進んでいない。しかしながら、水比抵抗の項で述



第9図 菊池川断面Cにおける水比抵抗の変化  
(単位  $\Omega$ -cm, 39.12.6測定)



第10図a 菊池川小島(断面B)における等流速線(単位m/sec)

べたように、菊池川河口一帯には低比抵抗を示す地下水が分布しており、こうした地域での大量地下水取得は急速に地下水の塩水化を招来する。したがって、地下水取得に際しては、低揚程のポンプを使用するなど、取得方法について慎重な配慮が必要である。

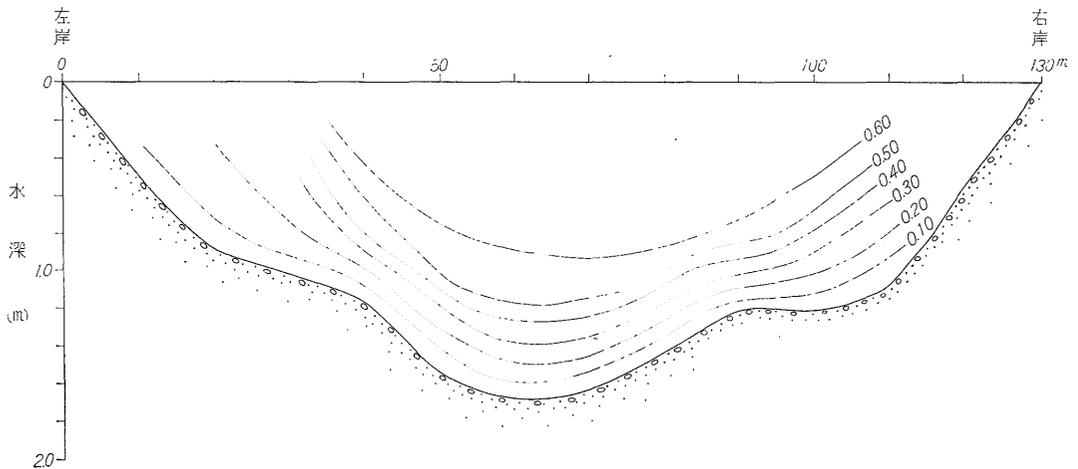
### 10. 結論

玉名平野における水資源は地表水と地下水である。地表水のうちもつとも規模が大きいの菊池川であるが、その表流は新白石堰の完成により、かんがい期間には大部分が農業用水、一部が工業用水として取得される結果、今後他産業の水源としての利用ははなはだ困難視さ

れる。このほか、小河川が若干あるが、いずれも都市下水などの流入により、表流の水質悪化が予想されるので、利用上、大きな期待は望めそうもない。東部山麓にあたる天水村白浜付近の湧水は水質に恵まれているが量的に制約をうけるのが欠点である。将来、地表水を対象とした水源は、非かんがい期に菊池川から導水した貯水池および河口湖と新白石堰下流における菊池川表流の利用などが考えられる。後者の場合には海水の溯上があるので取得については充分な考慮が必要である。

本地域でもつとも安易で、かつ価値ある水源は自由面地下水および被圧地下水である。しかしながら、その供給源は菊池川河畔の自由面地下水を除いては、大部分が

玉名平野の地下水に関する調査研究 (尾崎次男)



第 10 図b 大浜大橋下流D断面における等流速線 (単位m/sec)

降水に限られる関係上、全般的に地下水規模がすぐれているとはいえない。

本地域では、玉名市川部田一河迫間および豊水付近の自由面地下水は降水のほか菊池川表流から供給されるものと考えられ、地下水規模が他にくらべてすぐれているので、深度 10m 前後の浅井戸で 500~1,000 m<sup>3</sup>/day の取得が可能であろう。

地域一円に賦存する被圧地下水は、その供給源について、とくに菊池川表流から多量に供給されているとは考えられないので、被圧地下水を対象とした大量開発は困難視される。さらに平野部において、被圧地下水の開発にあたっては、既存の自噴井群に影響を与えないような考慮はもちろん、地下水の塩水化を招来しないような取得方法についての配慮が必要である。本地域では未開発に近い深度 100m 前後の帯水層を対象とするのが望ましく、地域としては、天水村受免開から大豊にかけた部分が水質および水量的にすぐれているので推奨できる。

また、新白石堰の完成により、限られた期間堰下流における菊池川表流は、著しく減少するため、これに関連

した地下水理の変化が懸念される。したがって、菊池川の沿岸および下流側における地下水保全上、地下水の水位および地下水の水質などの継続観測が必要であり、早急に観測井のくつさく実施が望ましい。

(昭和 41 年 10 月稿)

参考文献

- 福岡通商産業局・工業技術院 (1961) : 有明海長洲地区工業地帯地下構造調査報告書
- 建設省河川局 (1960) : 流量年表
- 熊本県 (1962) : 20万分の 1 熊本県地質図および同図幅説明書
- 村下敏夫 (1960) : 熊本県長洲地区工業用水源調査報告、地質調査所受託報告
- 尾崎次男・他 3 名 (1964) : 熊本平野および周辺地域の工業用水源——工業用水源地域調査研究——、地質調査所月報, vol. 15, no. 3
- 昭和水道土木 K. K. (1963) : 筑後・有明地区地下水調査報告