

# 日韓トンネルルート沿いの 水文地質と地下水

Hydrogeology and Subsurface Water  
Along the Japan-Korea Tunnel Route

猿山 光男\*

## 1. はしがき

国際ハイウェイ構想の一環である日韓トンネル計画の研究を目的として、日韓トンネル研究会が発足したのは、1983年5月である。これを受けて、トンネル計画にともなう専門事項を調査・研究・審査するために、同研究会九州支部が設立されたのは、1983年7月である。

九州支部の第2部会（地形・地質・水理などを担当）は、12項目にわたる重要調査項目を選定した<sup>1)</sup>。このうちの1項目として水文調査が加えられており、トンネル掘削時の湧水量の推定、水文環境への影響推定、およびこれらの成果をもとに比較ルートごとの水文工学的な問題点を抽出するという目的をかかげている。これらの目的を達成するために、当面、基礎資料の集積が必要となっている。

各種分野にわたる調査・研究などの成果は、今までに発刊された会誌に公表されている。

千葉(1985)<sup>2)</sup>は、すでに対馬（下県区域）における表流水流量調査結果などをもとに、トンネル掘削に伴う湧水域と恒常湧水量の推定を行なっている。一方、竹下・斎藤(1986)<sup>3),4)</sup>は、トンネル計画に係わる環境に関する総論のなかで、水文(地下水)について若干の考察を述べている。

このたび、本誌編集委員会から、日韓トンネルルートにからむ地下水についての報告を求められた。このため、表題により概説することにした。

しかし、前述したように、水文調査は本研究会の重要な調査項目になっているが、まだ、調査・研究も緒についたばかりである。公表されている資料などをもとに、地下水利用の実態を中心に概要を述べるにとどまるが、今後実施されるであろう具体的な調査・研究や設計などに、多少なりとも参考になれば幸いである。

## 2. 日韓トンネルルートと地下水

日韓トンネルのルートは、佐賀県唐津市付近から、壱岐島（長崎県壱岐郡）、対馬島（長崎県下県郡）、巨濟島（大韓民国）を経由して大韓民国釜山市に至る、全長235kmのコースである。このルートは、研究会発足時の基本構想をしめしたものであって、各部会などの調査・研究の積みあげを経て、施工性・安全性および経済性などの面から、近い将来決定されることになる。

今までの九州支部第2部会の活動において、九州側における坑口位置を、前述の唐津市付近にする案のほか、糸島半島（福岡県糸島郡）も比較検討の対象としている。また、清水(1985)<sup>5)</sup>は、未来人が持っている価値観やトンネル工事着工時点における科学技術の量の大きさ、あるいはその

\*農林水産省九州農政局、地質官

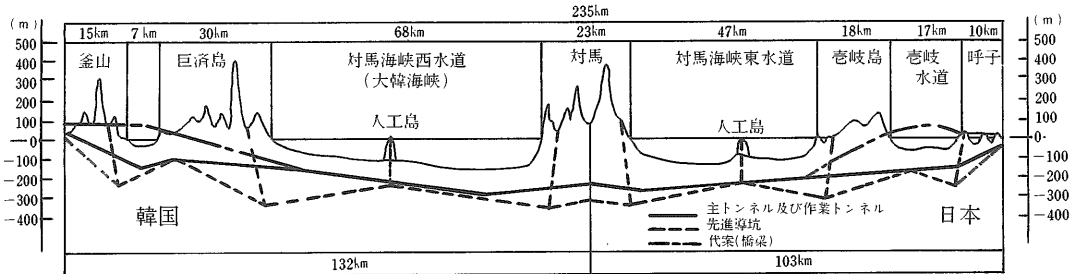
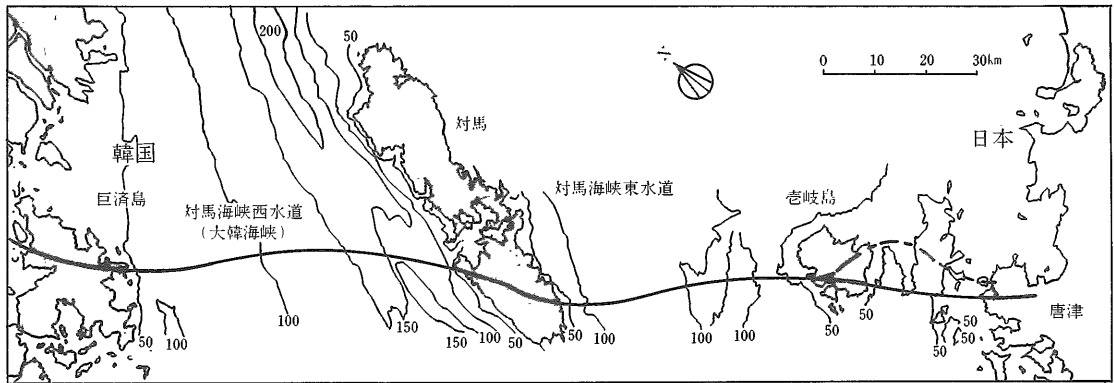


図1 日韓トンネルルート案<sup>6)</sup>

頃の国際情勢，さらには壱岐島や対馬島の地域開発効果などの観点から，トンネルより架橋の建設を提唱している。

一方，当研究会は，1986年の時点において，全線トンネル案と，呼子町付近と壱岐島間および巨済島と釜山間を架橋とする架橋・トンネル併用案とを提案している(図1)<sup>6)</sup>。

ともあれ，本稿では，現時点において一応のトンネルルート(案)とされている唐津(呼子)～対馬間のルート近傍の地下水事情についてふれる。

### 3. 地下水

地下水に係わる水文地質と地下水利用の実態を，東松浦半島(佐賀県)，壱岐島(長崎県)および対馬島(長崎県)ごとに概説する。

しかし，資料などの関係で，壱岐島以外は農業用が取水施設数とその概略の分布を<sup>7),8)</sup>，飲料用が取水施設数と取水量および概略の分布<sup>9),10)</sup>を説明するにとどまらざるを得なかった。工業用などの地下水利用に関する資料はないので，本稿では全くふれない。

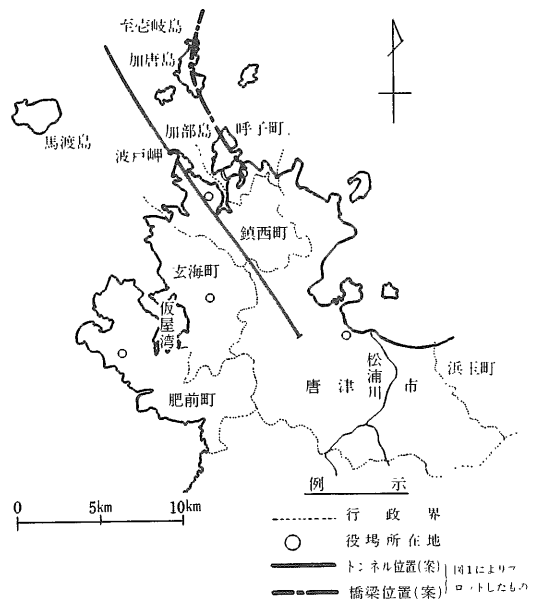


図2 東松浦半島位置図

ただし，各地区，特に日韓トンネルルート(案)付近には，工場などの立地をみないことから，現時点においては皆無であると思われる。

### 3.1 東松浦半島

#### 3.1.1 水文地質

東松浦半島は、地表部を玄武岩類によって覆われた溶岩台地からなる。この溶岩類は、玄武岩を主とするが、粗面岩の部分もあり、9層以上に区分されている<sup>11)</sup>。

各層の層厚は、40～200m程度であり、その上下に凝灰岩ないし凝灰角礫岩をはさむことが多い。この玄武岩類は、従来、第四紀に噴出されたとされてきたが、最近の年代測定値は第三紀中期から後期にかけての値を示している。ともあれ、この玄武岩類は、地区南東端の高尾山(標高218m)を最高位として北西側に傾斜しており、北西端の波止岬では標高30～40mまで低下している。この溶岩類は、噴出後の河川の侵蝕作用により分断されている。このため、北西端の海岸線部を除き、樹枝状に発達した河川沿いには、基盤岩類が分布している。

基盤岩類は、半島の東半分にあたる唐津市側が、中生代に併入した花崗閃緑岩からなっており、北および西側には、第三紀中新世に堆積した砂岩・泥岩・シルト岩などからなっている。これら基盤岩類は、かつて準平原化作用を受けたのち、北西側に傾動したと考えられている。

玄武岩類と基盤岩類の間には、従来、洪積層とされた粘土、凝灰質砂、礫などの層厚5m程度で、未固結ないし低固結の地層(佐留志礫岩層)が挟まれており、呼子町と鎮西町方面に分布している。

玄武岩には、収縮亀裂や多孔質部が発達して地下水を胚胎することがある。しかし、前述したように浸蝕作用によって分断されており、かつ、不整合関係で接する佐留志礫岩層や基盤岩類との境界部が、台地をとりかこむ斜面に位置していることから、湧水となって流失してしまい貯留される水量は少ない。

また、不整合面は、準平原化作用によって平坦化されているため、盆状構造も発達していない。このため、井戸による地下水利用は、あまり活発ではなく、揚水可能量も多くない。小規模な湧水は多く、農業用や飲料用に利用されている。

花崗閃緑岩類は、準平原化作用により、かなりまさ化している。唐津市内の山際に掘削されている深井戸は、殆んどこのまさ層から取水するもの

であるが、揚水可能量はそれほど多くない。第三紀層からの取水は、殆んど行われていない。

#### 3.1.2 農業用の地下水利用

唐津市のうち、松浦川左岸においては、浅井戸約40本、深井戸約15本、集水渠10カ所がそれぞれ分布する。浅井戸は、唐津市街の野田川沿いに7本、松浦川沿いに7本、佐志部落と洪部落周辺の沖積地に10本ほど分布している。残りの約20本は、溶岩台地をきざむ谷地田に分散している。深井戸は約10本が唐津駅南方約1kmの範囲にあり、東山や唐ノ川部落周辺に若干数みられる。集水渠8カ所は、台地中央部にある野高山(標高260m)の北東麓に分布している。

玄海町下には、浅井戸3本、深井戸3本、集水渠5カ所があり、唐津市や鎮西町との境界に近い台地中央部に位置している。

鎮西町および呼子町下には、農業用の地下水取水施設は分布していない。

肥前町下には、浅井戸約20本、深井戸4本、集水渠約10カ所がある。これら施設の殆んどは、仮屋湾の南岸を形成する半島部に分布している。

地下水取水施設は、約100カ所あり、浅井戸が65%、深井戸が11%、湧水等が24%となっている。地下水の用途を本数で見ると、施設園芸用が45%と最も多く、ついで水田用25%、家畜用15%、樹園地と畑用がそれぞれ10%程度となっている。年間の取水量は、200千 $m^3$ と思われ、施設園芸用が50%、水田用が30%、家畜用20%、樹園地用が15%程度となっている。1取水施設当りの平均取水量は、2,000 $m^3$ 程度と小さい。したがって、1取水施設当たりのかんがい面積は、0.3ha以下のものが多い。

#### 3.1.3 飲料用の地下水利用

唐津市の人口は78,897人であり、上水道施設により69,230人が、簡易水道施設により3,325人がそれぞれ給水されており、給水率は92%となっている。これらの水源の大部分にあたる89%(9,463千 $m^3$ /年)は、ダム放流水や表流水に、11%(2,225千 $m^3$ /年)は隣接する浜玉町下の玉島川沿いの伏流水にそれぞれ依存しており、地下水は利用されていない(表1)。

玄海町の人口は7,753人であり、簡易水道6施

表1 飲料用水取水状況

佐賀県保健環境部(1986)<sup>9)</sup>により作成

市町村	人口 (人)	施設	給水人口 (人)	給水率 (%)	実績日平均 給水量 (m <sup>3</sup> )	原水別年間取水量				
						表流水(千m <sup>3</sup> )	地下水(千m <sup>3</sup> )	伏流水(千m <sup>3</sup> )	湧水(千m <sup>3</sup> )	計(千m <sup>3</sup> )
唐津市	78,897	上水道	69,230	87.7	31,471	9,262.0(3)	—	2,225.0(1)	—	11,487.0(4)
		簡易水道	3,325	4.2	551	201.2(1)	—	—	—	201.2(1)
		計	72,555	92.0	32,022	9,463.2(4)	—	2,225.0(1)	—	11,688.2(5)
玄海町	7,753	上水道	—	—	—	—	—	—	—	—
		簡易水道	5,435	70.1	1,428	425.1(2)	3.9(1)	64.9(1)	27.4(2)	521.3(6)
		計	5,435	70.1	1,428	425.1(2)	3.9(1)	64.9(1)	27.4(2)	521.3(6)
鎮西町	8,615	上水道	111	1.3	—	—	—	—	—	—
		簡易水道	4,859	56.4	1,075	392.3(11)	—	—	—	392.3(11)
		計	4,970	57.7	1,075	392.3(11)	—	—	—	392.3(11)
呼子町	7,446	上水道	5,715	76.8	1,740	635.0(1)	—	—	—	635.0(1)
		簡易水道	1,672	22.5	202	73.9(2)	—	—	—	73.9(2)
		計	7,387	99.2	1,942	708.9(3)	—	—	—	708.9(3)
肥前町	11,423	上水道	—	—	—	—	—	—	—	—
		簡易水道	6,543	57.3	1,221	264.4(5)	108.4(6)	—	72.7(4)	445.5(15)
		計	6,543	57.3	1,221	264.4(5)	108.4(6)	—	72.7(4)	445.5(15)
合計	114,134	上水道	75,056	65.7	33,211	9,262.0(3)	—	2,225.0(1)	—	12,122.0(5)
		簡易水道	21,834	19.1	4,477	1,356.9(21)	112.3(7)	64.9(1)	100.1(6)	1,634.2(35)
		計	96,890	84.9	37,688	10,618.9(24)	112.3(7)	2,289.9(2)	100.1(6)	13,756.2(40)

注(1) 実績日平均給水量は、原水別年間取水量の計を365で除したものである。

(2) 原水別年間取水量の欄内の( )は、施設数である。

(3) 唐津市の上水道には専用水道(給水人口348人)が含まれている。

(4) 鎮西町の上水道(給水人口111人)は、呼子町の上水道から分水されているもので、その水量は呼子町上水道に含まれている。

設によって5,435人に給水しており、給水率は70.1%である。地下水を水源とする簡易水道は、栄部落周辺に1本あり、0.7%(3.9千m<sup>3</sup>/年)を利用しているにすぎない。湧水は、切木川沿いの座川内と湯野部落で用いられており、5.3%(27千m<sup>3</sup>/年)を占める。表流水は82%(425m<sup>3</sup>/年)を占めており、有浦川と志礼川から取水している。

鎮西町の人口は8,615人であり、表流水を水源とする簡易水道11施設によって4,859人に給水されている。一方、呼子町の上水道施設により111人が給水を受けている。これらの施設による給水率は、57.7%にとどまっている。地下水は、自家用として使用されている。

呼子町の人口は7,446人であり、表流水を水源とする上水道1施設と簡易水道2施設によって7,387人に給水しており、給水率99.2%と最も高くなっている。地下水は利用されていない。

肥前町の人口は11,423人であり、簡易水道15施設によって6,543人に給水されており、給水率は57.3%と低い。地下水は深井戸6本により、年間

108千m<sup>3</sup>が採取されており、24%を占めている。湧水は4カ所で採取されており、16%(73千m<sup>3</sup>/年)を占めている。したがって、両者で40%に達するが、日当たり496m<sup>3</sup>とその取水量は多いものではない。取水量の60%は、簡易水道5施設により表流水が採取されている。

東松浦半島における飲料用水の給水率は、上述したように、かなりばらついている(表1)。すなわち、唐津市と呼子町は90%台に達しているのに対し、鎮西町と肥前町は50%と低く、玄海町は70%である(佐賀県の平均は85.7%<sup>9)</sup>である)。上水道や簡易水道施設による給水を受けていない人達は、個人用の井戸や湧水にたよっているとと思われる。

## 3.2 壱岐島

### 3.2.1 水文地質

本島における地下水調査は、九州農政局によって2度にわたり行われている。最初の調査は、主として地下水障害の実態を把握しようとするもの

であった<sup>12)</sup>。次の調査は、水需要量の増にともななって進行する地下水障害を解決するため、内海湾の淡水湖化を計画したが、地下水を含む水資源全体の利用計画を立てるために実施された<sup>13)</sup>。

これらの成果の一部は、古川(1983)<sup>14)</sup>や猿山(1986)<sup>15)</sup>によって紹介されている。以上の資料をもとに述べる。なお、淡水湖計画は、種々の事情により昭和60年度から休止されている。

本島の面積は139km<sup>2</sup>あり、第三紀の堆積岩類の上位に第三紀中期ないし末期から更新世にかけて噴出した玄武岩類がほぼ全域を覆っており、さらに完新世にかけて活動した噴石丘が点在している。

玄武岩類は、標高20mから140mにわたるならかな溶岩台地を形成しているが、噴石丘からなる最高峰の岳ノ辻(標高213m)や津ノ上丘(標高134m)がやや突出している。

溶岩台地は、河川や海によって侵蝕されているが、幡鉾川の中流部の深江由低地付近、谷江川下流左岸一帯および勝本港から湯本湾にかけての海岸線にかけてのみ下位の第三紀層に達している(図3)。

第三紀層は、古第三紀の勝本層と新第三紀の長者原層、および壱岐層などの堆積岩類と火山岩類からなっている(表2)。

勝本層は、固結した砂岩や頁岩の互層からなり、島北半部の海岸線に露出しており、玄武岩類の下位にも分布している。

長者原層は、魚化石や植物化石を含む珪藻土からなり、島の東南部などに局部的に分布する。

壱岐層は、島の中央部の深江田低地一帯に分布し、固結度の低い砂岩・泥岩・礫岩および凝灰岩

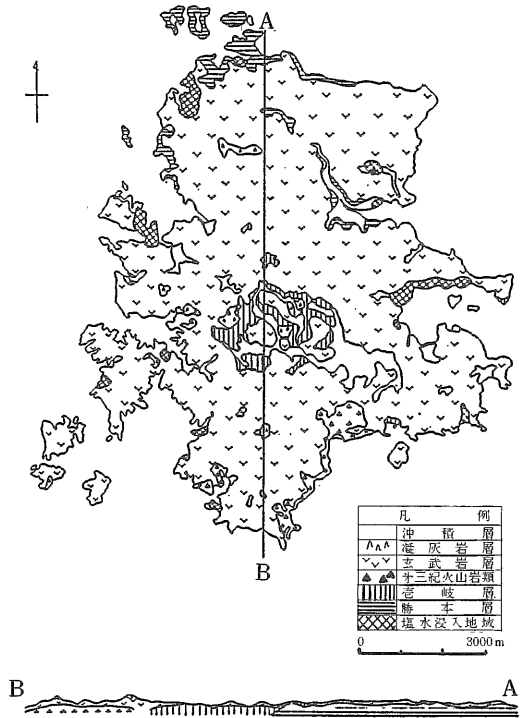


図3 壱岐島水文地質図<sup>13)</sup>

表2 壱岐島地質総括表<sup>13)</sup>

地質時代	地層名	層相	摘要	水理地質
第四紀	沖積層	砂、粘土、礫	谷底低地や河川沿いの低平野に分布する。河床堆積物からなる。	○
	玄武岩類	多種類の玄武岩溶岩	亀裂の発達した層相、赤紫色に風化した層相が重なっている。壱岐島の主要な帯水層	◎
第三紀	火山岩類	安山岩、流紋岩	島の南部を中心に小区域に分布	○
	壱岐層	砂岩、泥岩、礫岩、凝灰岩等	未固結の地層で島の中央部に広く分布	○
	長者原層	珪藻土層	島の南東部に小区域分布	△
	勝本層	砂岩、頁岩の互層	島の北部に分布する。壱岐島の基盤岩で、地下水の開発はかなり困難	△

地下水賦存 ◎ 良 ○ 普通 △ 下良

などからなり、鮮新統と推定されている。島の南岸部には、安山岩や流紋岩からなる火山岩類が分布しているが、その詳細は不明である。

なお、本島の地質の詳細は、最近、神田(1984<sup>16)</sup>・1985<sup>17)</sup>によってまとめられている。

地下水は、主として玄武岩類中に賦存している。その岩種から9層ないし10層の溶岩に区分されており<sup>18)</sup>、多孔質であったり、収縮亀裂に富んでいたりにしている。溶岩の上位や下位には凝灰岩層・砂層・泥層などを挟んで、玄武岩が不規則に重なっていることが多い。溶岩間の挟在層が難透水性であるため、地下水は、宙水と本水に区分けされるが、後者は不圧状態や被圧状態を呈する。勝本西部地区の実績によれば、比湧出量は1~298m<sup>3</sup>/m/dであり、平均36.9m<sup>3</sup>/m/dとなっている。

勝本層は、亀裂の発達もあまりみられないため、難透水性層であって、地下水取水の対象となりにくい。しかし、勝本西部地区における実績によれば、比湧出量は3~17m<sup>3</sup>/m/dで平均11m<sup>3</sup>/m/dとなっており、少量の取水は可能である。

長者原層は、岩相からして難透水層であり地下水の取水はかなり困難なようである。

巻岐層は、良好な帯水層ではないが盆地状構造をなしており、被圧地下水を胚胎しているのだからかなり採取されている。火山岩類は、裂か水を含んでおり、採取の対象となっているが、その実態は判然としない。

沖積層は、河川沿いの低平地に分布している。主として、砂・礫・粘土からなり、層厚は10m以

内と薄い、地下水はある程度採取されている。

本島における地下水開発は、後述するように干ばつ対策や食糧増産の気運にともなった開田ブーム時に掘削されたものが殆んどである。このため、掘削記録は皆無に近く、地層と地下水との詳細な関係は不明である。

井戸の分布状況や聞き取り結果と地層の状況から、おおむね表2や図4に示したような総括がなされている。

なお、昭和56年度から実施されている県営圃場整備事業による新設井の記録は、長崎県によって保管されているので、その一例を図5に示した。

### 3.2.2 農業用の地下水利用

#### (1) 地下水開発の経過

井戸は、1957年には僅か6本であったが、1968年には2,804本<sup>12)</sup>へと急増している。井戸は、開発初期にあつては干ばつに悩む水田の補水のために掘削されたものであったが、当時の食糧増産政策にともなった、畑を水田に転換する開田の水源としても利用されることになった。

これらの作井にあたって、長崎県耕地課では県費で購入した作井機械などを用いて直轄事業として作井を行った。地下水採取可能量が少ない時の危険を行政側で負担し、農家の負担を出来るだけ軽減するように努めている<sup>14)</sup>。これらの行政的な努力により、米の増産が可能となり、農家経済の向上に貢献した度合は、はかりしれないものがある。

1980年には、郷ノ浦町の943本を筆頭に2,907本

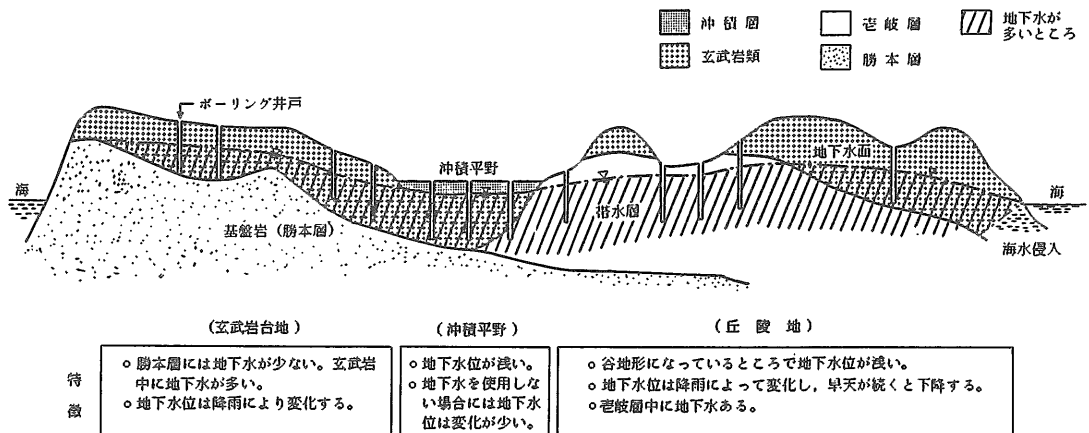


図4 巻岐島地下水利用模式断面図<sup>13)</sup>

工事名	昭和58年度勝本西部地区さく井調査業務		
施工場所	勝本西部地区 No.14		
期間	昭和58年12月10日～昭和59年1月25日		
さく井の径	150%	自然水位	3.80m
深 度	50m	揚水量	705m <sup>3</sup> /d
使用機	L-38	持水水位	11.34m
備考		ストレーナー形状スリット型	20m
		水温	度
		Sy	=93.5m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d
		s	=7.54

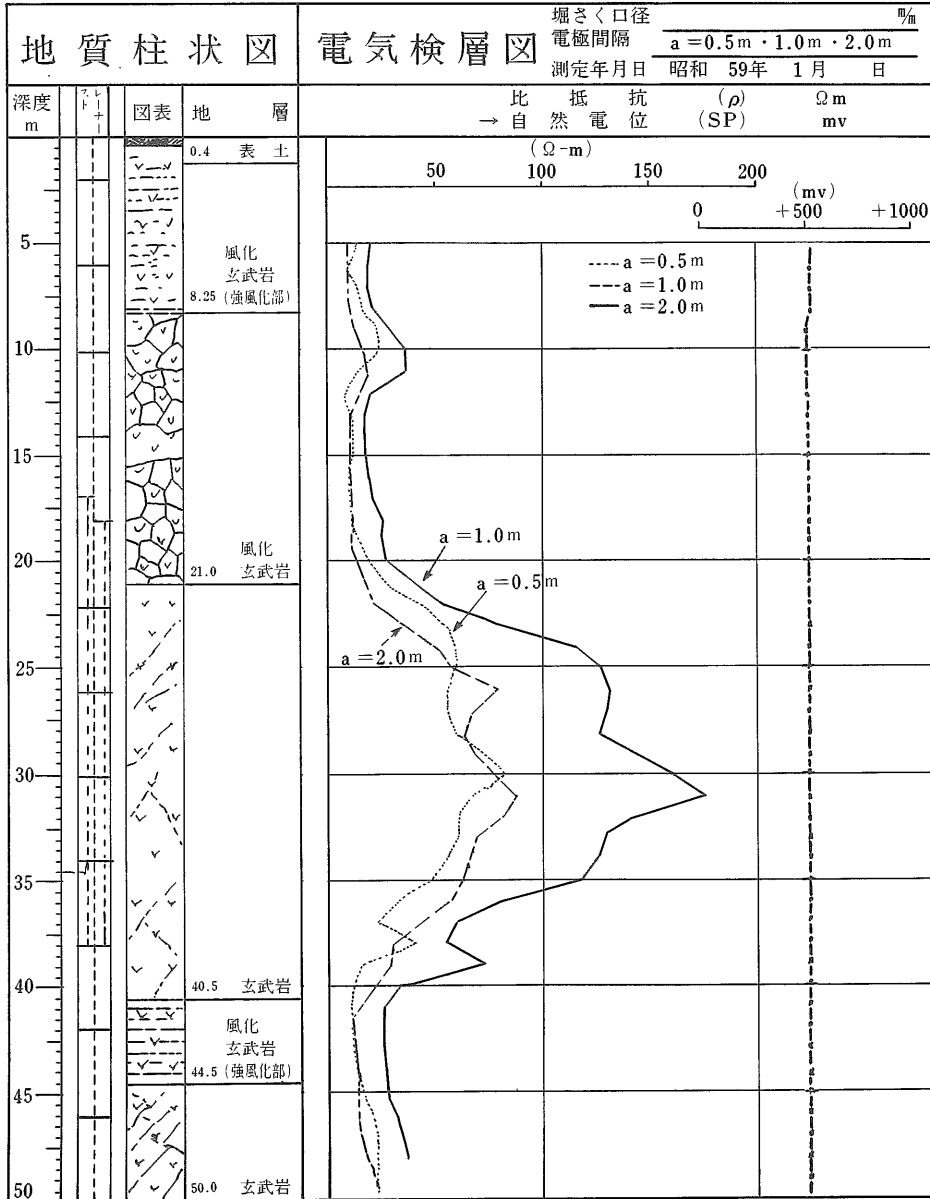


図5 地質柱状図および電気検層図 (長崎県資料)

表3 取水施設数<sup>13)</sup>

町名	種類	農業用	上水道用		備考
			施設数	平均給水量	
郷ノ浦町		943本	24本	2,470 m <sup>3</sup> /日	農業用は1980年調査。 上水道用は1982年調査。
勝本町		620	5	1,749	
芦辺町		833	21	2,280	
石田町		511	9	1,400	
計		2,907	59	7,899	

の井戸がみられた(表3, 図6)。1968年頃までは井戸が急増したが、その後は米の生産調整による開田の禁止、地下水位の干渉や塩水化の発生などにより井戸本数は伸びなかった。しかし、1978年の大干ばつ時には74本の井戸が干ばつ対策用として掘削された。

現時点における井戸本数は2,600本程度に減少していると言われている。これは、井戸の老朽化、水田転作による不用化、地下水障害による使用不能化および県営圃場整備事業(=区画整理事業)による井戸の統廃合などによっている。

井戸統廃合の実例である勝本西部地区は、昭和56年度から昭和61年度にかけて77haの圃場整備が行われ、口径50mm、深度30m程度の井戸51本が、口径150mm、深度50~55mの深井戸17本に統廃合

されている。

現在事業中のものに、芦辺北部地区(154ha・昭和57年度着工)や壱岐北部地区(75ha・昭和60年度着工)があり、これらの事業の完了にともなって本数は減少するが、取水量は原則としてかわらない。

(2) 井戸規模

農業用井戸は、他地方のそれに比べていくつか

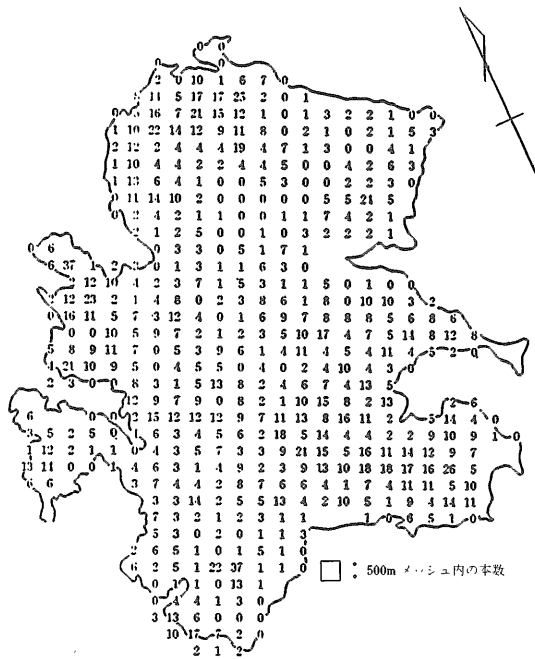


図6 井戸分布図<sup>13)</sup>

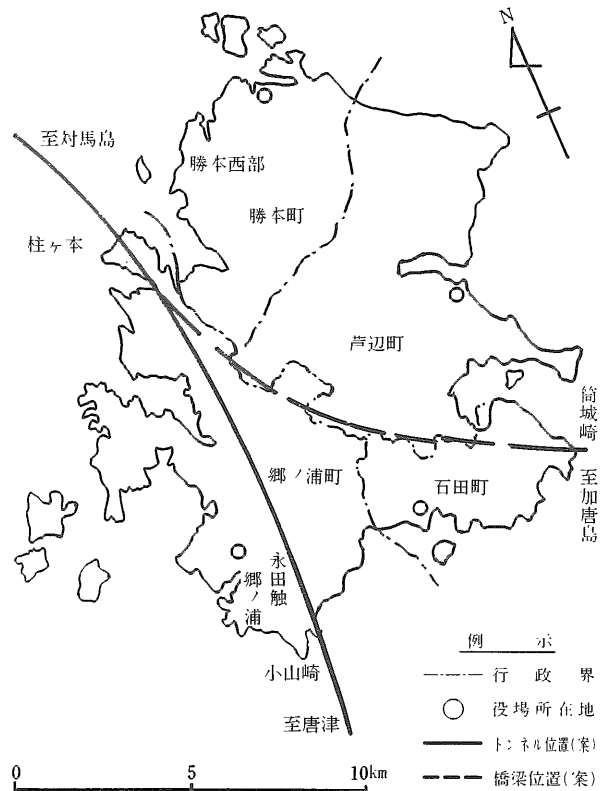


図7 壱岐島位置図



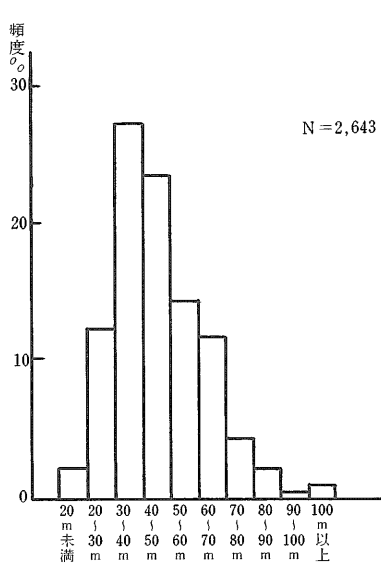


図8 ボーリング深度頻度図<sup>15)</sup>

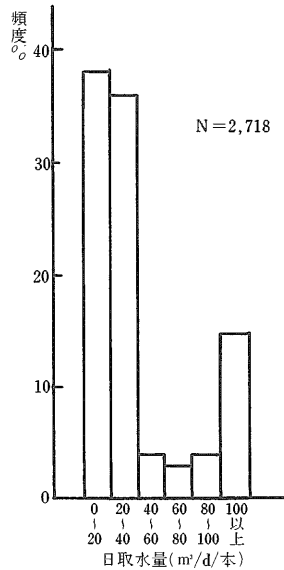


図9 日取水量頻度図<sup>15)</sup>

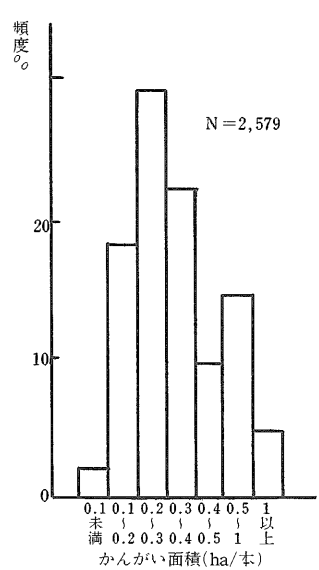


図10 かんがい面積頻度図<sup>15)</sup>

の特徴を有している。

- 1) 井戸の口径は、殆んどのが100mm以下と小さく、管井<sup>12)</sup>やボーリング井戸<sup>13)</sup>あるいは、単にボーリング<sup>15)</sup>と言われることもある。
- 2) 井戸深度は、30m未滿のものが15%、30~40mのものが28%と最も多く、100m以上のものは2%程度である(図8)。
- 3) 井戸の仕上げは、口元付近のみケーシングされており、以深部は裸孔となっている。玄武岩類などの硬質で崩壊しにくい地盤からなるためである。
- 4) 揚水ポンプのモーターは、2KW未滿の小出力のものが多く、0.5KW以下のものもめずらしくない。
- 5) 揚水ポンプの種類は、地下水位が浅ければ渦巻ポンプを使用するが、地下水位が深ければ口径の関係でピストンポンプを用いることになる。
- 6) 井戸1本当りの日取水量は、40m³以下のものが大半を占める(図9)。なお、勝本西部地区で新設された大口径井戸による比湧出量は、勝本層を対象とするもので平均11m³/m/d、玄武岩を対象とするもので平均37m³/m/dとなっている。
- 7) 井戸1本当たりのかんがい面積は、1ha以

下のものが80%を占めており、0.2~0.3haのものが最も多い(図10)。

### (3) 地下水取水量

上述のように、井戸本数は多いが、口径や深度は小さく、したがって取水量も少ない。

井戸の取水量は、1981年7月下旬に46本を対象に単位電力消費当りの量を実測している。これによると、1KWh当りの取水量は平均5.5m³となっている。

一方、地下水取水に用いられた電力使用量は、九州電力(株)によって記録されている。電力使用量は、年平均で約800MWhで、少ない年(1960年)で約400MWh、多い年(1978年の干ばつ年)で約1,700MWhとなっている。

これらの値から、地下水取水量は年平均値で4,545千m³、1970年で2,057千m³、1978年で9,581千m³と推定される(表4)。

### (4) かんがい面積

かんがい面積調査によると、地下水が主水源(単独掛り)となっている水田面積は701haであり、補助水源(重複掛り)となっているのは301haである。後者の50%分が地下水によってかんがいされているとすれば、合計で851haのかんがい面積となる。

本島には、4,800haの農地があり耕地率は35%にも達している。そのうち水田は2,400haあり、川沿いの沖積地はもちろん、台地の斜面や台地上の平坦面に分布している。

これらの水田の、水源に占める地下水の割合は35%にも達するわけである。九州地方における農業用水に占める地下水の割合が5%であること<sup>15)</sup>からすれば、本島における地下水の重要さがあらためて認識される。

(5) 地下水障害

1978年の干ばつ年における地下水取水量は農業用9,581千 $m^3$ 、飲料用2,010千 $m^3$ であり、合計11,591千 $m^3$ である。一方、地下水かん養量は11,000千 $m^3$ 程度と概算されており、地下水は過剰揚水となっている<sup>13)</sup>。

一方、1980年の長崎県による地下水障害調査の結果は、調査対象の2,791本の井戸の34%の949本に何らかの障害があるとされている(表5)。このうち、塩水侵入や地下水位低下などによる取水

表4 年別揚水量の推移<sup>13)</sup>

単位： $\cdot 10^3 m^3$

昭和年	農用	上水道	計
43	4,064	700	4,764
44	3,328	780	4,108
45	2,057	855	2,912
46	3,009	955	3,964
47	2,409	1,065	3,474
48	6,369	1,185	7,554
49	4,565	1,310	5,875
50	7,090	1,455	8,545
51	3,311	1,625	4,936
52	4,367	1,805	6,172
53	9,581	2,010	11,591
54	4,488	2,228	6,716
55	2,612	2,350	4,962
56	4,884	2,544	7,428
57	6,034	2,719	8,753
平均	4,545	1,572	6,117

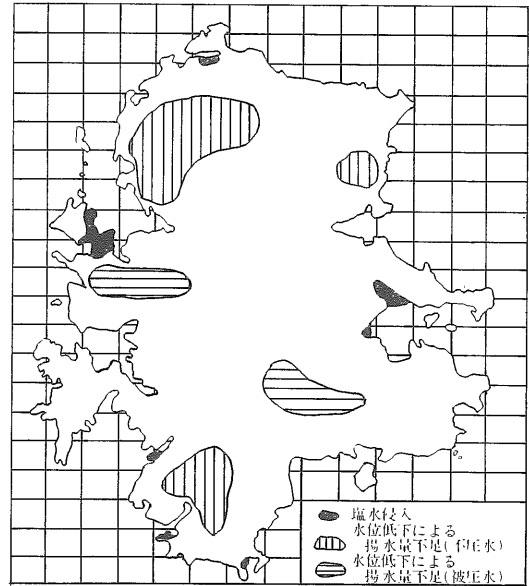


図11 地下水障害発生位置図<sup>12)</sup>

表5 地下水障害総括表<sup>13)</sup>

関係町	ヶ所	全体	内		訳				
			無障害井	障害井	障害井の内訳				
					堀り出し	機械更新	塩水進入	水位低下	使用不能
郷ノ浦町	ヶ所	1,011	617	394	14	137	13	187	48
	割合(%)	100	61.0	39.0	1.4	13.6	1.3	1.8	4.7
勝本町	ヶ所	571	486	85	0	20	0	26	38
	割合(%)	100	85.1	14.9	0.2	3.5	0	4.6	6.6
芦辺町	ヶ所	736	444	292	2	86	6	194	4
	割合(%)	100	60.3	39.7	0.3	11.7	0.8	26.4	0.5
石田町	ヶ所	473	295	178	3	81	0	80	14
	割合(%)	100	62.4	37.6	0.6	17.1	0	16.9	3.0
合計		2,791	1,842	949	20	324	19	482	104
割合(%)		100	66.0	31.0	0.7	11.6	0.7	17.3	3.7

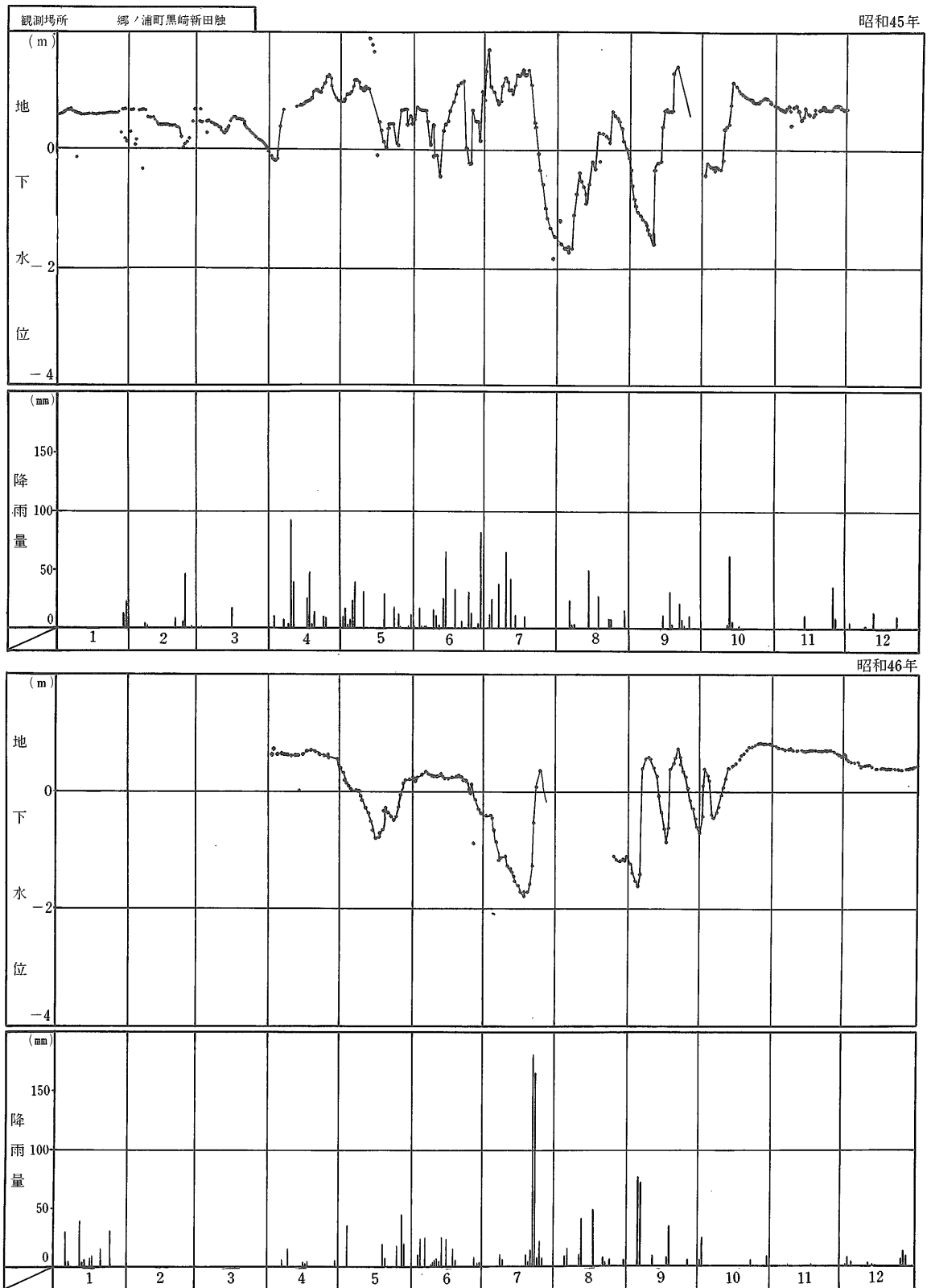


図12 地下水位変化図<sup>12)</sup>

障害は、18%の501本に達しており、その概略の発生位置は図11に示した。

地下水の電気伝導度が800 $\mu$ v/cm(塩素イオン濃度300ppm)以上をしめす地域は、郷ノ浦町の黒瀬・麦谷触、芦辺町の八幡浦・箱崎大在右触などの海岸沿いでみられ、18本の井戸が該当する。地下水位の低下は、482本の井戸に及び、郷ノ浦町の郷ノ浦周辺・小牧東触付近、勝本町の仲触・坂本触付近、石田町の池田仲触・池田西触付近にみられる。

(6) 地下水位変動状況

地下水位の観測は、既設の井戸を用いて行われている。3.2.2(2)で述べたように、これら井戸は裸孔仕上げであるため、宙水と本水とがバランスした状態となっているものを測定している。

観測結果によると、沓岐島中央の深江田低地にある沖積層の下位の玄武岩類や沓岐層中の地下水位は、被圧地下水を胚胎しており、年間を通して、ほぼ一定の水位(頭)をしめしている。

これに対して、その低地の周辺から海岸線にかけての玄武岩台地下の地下水位は、降雨の浸透水の影響を受けて変動する不圧地下水である。した

がって、降雨量が多いと水位は急上昇し、干天が続くと低下する。このため、降雨の多い夏期には水位が一般に高く、冬期には低下しほぼ一定している。

なお、夏期において干天が続くと地下水が揚水され、地下水位が急激に低下する(図12)。地下水位の長期間にわたる観測は行われておらず、地下水位ないし地下水頭が、経年的にどのように変動しているのかの資料はない。

3.2.3 飲料用の地下水利用

郷ノ浦町の人口は14,274人であり、上水道1施設(深井戸12本)と簡易水道4施設(深井戸8本・湧水1カ所)によって、それぞれ7,984人と5,477人が給水され、給水率は94.3%となっている。表流水や伏流水は、全然使用されていない(表6)。深井戸からの取水量は、93%(1,144千 $m^3$ /年)とほとんどを占める。これら水源井は、郷ノ浦・永田触・片原触に集中している。深井戸の口径は200mm程度、深度80m程度のものである。

勝本町の人口は8,235人であり、簡易水道2施設によって8,152人が給水され、給水率は99%と高くなっている。簡易水道の1施設は、深井戸4

表6 飲料用水取水状況

長崎県保健環境部(1986)<sup>10)</sup>により作成

市町村	人口(人)	施設	給水人口(人)	給水率(%)	実績日平均給水量( $m^3$ )	原水別年間取水量				
						表流水(千 $m^3$ )	地下水(千 $m^3$ )	伏流水(千 $m^3$ )	湧水(千 $m^3$ )	計(千 $m^3$ )
郷ノ浦町	14,274	上水道	7,984	55.9	2,392	—	873.0(1) (12)	—	—	873.0(1) (12)
		簡易水道	5,477	38.4	970	—	270.6(3) (8)	—	83.4(1) (1)	354.0(4) (9)
		計	13,461	94.3	3,362	—	1,143.6(4) (20)	—	83.4(1) (1)	1,227.0(5) (21)
勝本町	8,235	上水道	—	—	—	—	—	—	—	—
		簡易水道	8,152	99.0	1,699	320.5(1) (2)	299.5(1) (4)	—	—	620.0(2) (6)
		計	8,152	99.0	1,699	320.5(1) (2)	299.5(1) (4)	—	—	620.0(2) (6)
芦辺町	10,905	上水道	—	—	—	—	—	—	—	—
		簡易水道	10,894	99.9	2,216	221.2(2) (2)	587.7(16) (16)	—	—	808.9(18) (18)
		計	10,894	99.9	2,216	221.2(2) (2)	587.7(16) (16)	—	—	808.9(18) (18)
石田町	5,539	上水道	—	—	—	—	—	—	—	—
		簡易水道	5,507	99.4	1,504	—	549.0(2) (12)	—	—	549.0(2) (12)
		計	5,507	99.4	1,504	—	549.0(2) (12)	—	—	549.0(2) (12)
合計	38,953	上水道	7,984	20.5	2,392	—	873.0(1) (12)	—	—	873.0(1) (12)
		簡易水道	30,030	77.1	6,389	541.7(3) (4)	1,706.8(22) (40)	—	83.4(1) (1)	2,331.9(26) (45)
		計	38,014	97.6	8,781	541.7(3) (4)	2,579.8(23) (52)	—	83.4(1) (1)	3,204.9(27) (57)

注(1) 実績日平均給水量は、原水別年間取水量の計を365で除したものである。

(2) 原水別年間取水量の欄内の( )は施設数であり、[ ]はその施設の水源数である。[ ]の単位は、表流水と湧水がヶ所、地下水が本である。

本を水源としており、52% (299千 m<sup>3</sup>/年) をまかなっている。これら深井戸は、口径125~150mm、深度70~80m のものであり、西戸触と北触付近に分布している。

石田町の人口は5,539人であり、ほぼ全町民にあたる5,507人に給水され、給水率は99.4%と島内で芦辺町について高くなっている。給水は、簡易水道2施設によっておこなわれており、その水源はすべて深井戸である。深井戸は12本あり、全町下に点在しており、その口径は200mm 程度、深度は70m 程度のものである。

芦辺町の人口は10,905人であって、このうち10,894人が簡易水道によって給水されている。したがって、給水率は99.9%と島内で最も高くなっている。簡易水道施設は18あり、このうちの16施設が16本の深井戸を水源としている。

深井戸取水率の占める割合は73% (588千 m<sup>3</sup>/年) で、27% (321千 m<sup>3</sup>/年) が表流水となっている。深井戸は、口径200mm 程度・深度50~70m のものが多く、全町下に点在している。

本島における飲料用水の水源は、上述したように昭和60年度において上水道と簡易水道あわせて表流水4カ所・深井戸52本・湧水1カ所・計57水源となっている (表6)。

年間の取水量割合は、深井戸の80% (2,580千 m<sup>3</sup>/年)、表流水の17%、湧水の3%となっている。深井戸による水量割合が、他地区に比してかなり高くなっている。同時に、給水率も97.6%と高くなっているのは、注目に値する。

これは、玄武岩類によって覆われている範囲が広く、降水が地下に浸透してしまうため水不足に悩まされ続けたことと、安定した水源を確保するには、経費のかかる深井戸に依存せざるを得なかったため、簡易水道等の普及などが積極的に進められた結果と思われる。

なお、1人1日平均給水量は上水道施設関係で299ℓ、簡易水道施設関係で213ℓとなっており、県下の319ℓと232ℓ<sup>10)</sup>と比してやや少ない。

このように、本島における飲料用水に占める地下水のウェイトは高いものとなっている。しかし、例えば1978年の大干ばつ時には表7に示したように、日当たり2,080m<sup>3</sup>の不足水量を生じ、全町とも給水制限を余儀なくされた。特に、郷ノ浦町下では特に激しく、203日にも及んでいる。

また、1984年には、郷の浦町下では再度給水制限が行われており<sup>10)</sup>、水源水量に余裕のないことをあらわしているものと思われる。

表7 地下水水源施設と障害<sup>13)</sup>

区分	管理主体	給水入口		給水(取水)量		施設の数規模	1978年度 不足状況					
		平均	最大	平均	最大		断水日数 (給水制限)	水位低下 水量減少	水位低下 によるポン プ更新	使用不能	不足水量	新設数 口径・深さ
地下水 (ボーリング)	郷ノ浦町	人	人	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	深井戸 24本 口径 100~300mm 深度 60~100m	日	本	台	本	m <sup>3</sup> /d	2本
		14,015	14,300	2,470	3,232		203	7	1	1	180	
"	勝本町					深井戸 5本 口径 75~200mm 深度 30~60m						
		8,662	9,562	1,749	1,927		88	5	—	—	250	—
"	芦辺町					深井戸 21本 口径 150~300mm 深度 30~60m						
		11,100	14,170	2,280	3,010		78	15	6	7	850	3本 径 200mm 深度60~70m
"	石田町					深井戸 9本 口径 100~300mm 深度 38~70m						
		5,600	9,000	1,400	2,000		20	9	—	—	800	1本
計												
		39,377	47,032	7,899	10,169	59本	203	36	7	8	2,080	6本

### 3.3 対馬島

#### 3.3.1 水文地質

対馬島は、北北東-南南西にのびる狭長な2つ

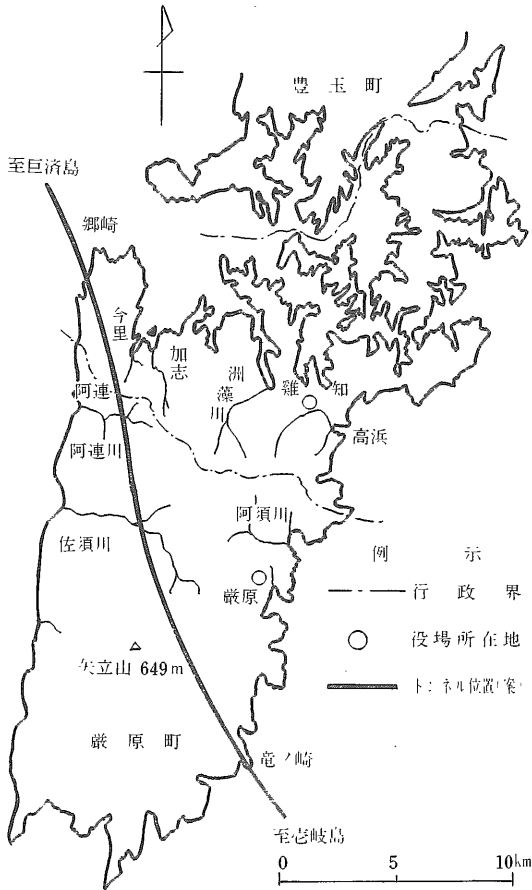


図13 対馬島位置図

の島からなる。両島は、橋梁によって連結されており、長さ76km、最大幅15kmである。日韓トンネルルート(案)は、下島を斜断することになっているので(図1,13)、この付近についてのみ概説する。

下県郡は、厳原町と美津島町からなる。すでに報告されているように<sup>2),19),20)</sup>、第三紀漸新世から中新世にかけて堆積した泥岩および砂岩などからなる対州層群に、花崗岩や石英斑岩および粗粒玄武岩などが貫入している。これらの貫入と複雑な褶曲および断層作用により壮年期の山地をなしている。最高峰は、矢立山の649mである。

これらの山地を侵蝕した河川沿いに狭長な沖積地が分布しており、地下水や伏流水はここから取水されるものが多い。若干の深井戸も分布するが、主としてこの沖積層から取水するものである。地下水の利用は、農業用および飲料用とも僅かである。

#### 3.3.2 農業用の地下水利用

厳原町下には、約80本の農業用浅井戸が分布している。このうちの半数は阿連川沿いの、残りの半数は久根浜部落周辺の沖積地にそれぞれ位置する。

美津島町下には、55本の取水施設が分布しており、53本が浅井戸である。このうち20本程度は今里部落付近に、10本は加志部落周辺の沖積地にそれぞれ位置する。これら浅井戸の深度は、すべて深度20m未満である。

厳原町にある浅井戸は、すべて水田補水用に用いられており、1本当たりの年間取水量は

表8 飲料用水取水状況

長崎県保健環境部(1986)<sup>20)</sup>により作成

市町村	人口(人)	施設	給水人口(人)	給水率(%)	実績日平均給水量(m <sup>3</sup> )	原水別年間取水量				
						表流水(千m <sup>3</sup> )	地下水(千m <sup>3</sup> )	伏流水(千m <sup>3</sup> )	湧水(千m <sup>3</sup> )	計(千m <sup>3</sup> )
厳原町	17,596	上水道	8,510	48.4	4,090	1,224.0(1)	269.0(1)	—	—	1,493.0(2)
		簡易水道	8,732	49.6	2,552	894.5(12)	36.8(1)	—	—	931.4(13)
		計	17,242	98.0	6,642	2,118.5(13)	305.8(2)	—	—	2,424.4(15)
美津島町	9,100	上水道	—	—	—	—	—	—	—	—
		簡易水道	8,807	96.8	2,177	421.2(5)	17.7(1)	355.8(6)	—	794.7(12)
		計	8,807	96.8	2,177	421.2(5)	17.7(1)	355.8(6)	—	794.7(12)
合計	26,696	上水道	8,510	31.9	4,090	1,224.0(1)	269.0(1)	—	—	1,493.0(2)
		簡易水道	17,539	65.7	4,729	1,315.7(17)	54.5(2)	355.8(6)	—	1,726.0(25)
		計	26,049	97.6	8,819	2,539.7(18)	323.5(3)	355.8(6)	—	3,219.0(27)

注(1) 実績日平均給水量は、原水別年間取水量の計を365で除したものである。

(2) 原水別年間取水量の欄内の( )は、施設数である。

2,000m<sup>3</sup>程度であって0.2ha程度をかんがいするものである。美津島町では、水田補水用に65%程度の、畑用に20%程度、家畜用に10%の井戸が利用されている。1本当たりの年間取水量は3,600m<sup>3</sup>程度であって、0.4ha程度をかんがいしている。

### 3.3.3 飲料用の地下水利用

厳原町の人口は、17,596人である。上水道2カ所と簡易水道13カ所によって、それぞれ8,510人と8,732人に給水されており、給水率は98%とかなり高い。地下水を水源とする施設は2カ所であり、取水量に占める割合は13% (306千m<sup>3</sup>/年)であって、87%は表流水を利用している(表8)。上水道の水源は、阿須川にあるダムや表流水と川沿いの沖積地に掘削されている深井戸(30m)によっている。なお、万松院付近の溪流沿いには、緊急用の深井戸が1本ある。

美津島町の人口は、9,100人である。簡易水道が12施設あり、地下水を水源とするもの1施設だけで、取水量に占める割合は2% (18千m<sup>3</sup>/年)と少なく、他は表流水と伏流水が利用されている。

今里部落は、口径150mm、深度20mの浅井戸によって取水している。加志部落は伏流水を、洲藻部落は表流水を、町役場のある雞知・高浜部落は雞知ダムの貯水と洲藻川の伏流水を用いている。なお、厳原町では1978年に、美津島町では1978年と1982年から1984年にかけて給水制限を余儀なくされている<sup>10)</sup>。

## 4. 日韓トンネルルート検討と地下水

表流水や地下水が、トンネル工事によって減少ないし枯渇するのは広く知られた事実である。しかし、その影響の度合は、トンネル周辺の地層の透水性、地質構造、地下水賦存状況、トンネルの深度と掘削口径、トンネル掘削工法などによって影響される。本項では、とりあえず地下水の賦存状況と利用状況などから、トンネルルート検討に関係する若干の課題を提起する。

東松浦半島のトンネルルート(案)付近には、農業用の地下水利用はほとんどなく、実質的な問題は生じないと思われる。むしろ、表流水への影響が懸念される。

すなわち、半島内の河川沿いには2,006haの水田が分布しており、トンネル路線上の付傍にも水田が分布している。これら水田は、表流水を主とし、一部湧水に水源を依存しており、表流水が減少すれば水不足に悩まされることになる。

しかし、路線上の水田をはじめ半島内の水田1,566haは、畑との輪換耕地として使用されるようになり、それに必要な水量を松浦川からの導水などによって補給しようとする上場農業水利事業が、九州農政局によって実施中である<sup>21)</sup>。

したがって、これらの導水を活用することにより、発生するかもしれない水不足には、かなり対応できることになるものと思われる。

一方、飲料用水の上水道や簡易水道による給水率は、鎮西町で58%、玄海町で70%(表1)と、ルート沿いでは最も低くなっている。これらの水源は、すべて表流水を利用しており、それらの位置によっては保全策を必要とするかもしれない。また、給水の対象となっていない町民も多く、これらの人達は自家用の井戸などを利用しているものと思われ、保全策の検討を要するかもしれない。なお、簡易水道などの施設が今後さらに普及すると思われ、対応策の実施は容易となろう。

壱岐島には、約2,600本の農業用小口径井戸と52本の飲料用大口径深井戸があつて(表6)、それぞれ年2,057~9,581千m<sup>3</sup>と2,719千m<sup>3</sup>もの地下水を利用している(表4)。

前者は水田856haの用水となり、後者は年間取水量の80%をも占め、重要な水資源となっている。これらの井戸は、全島下に分布している(図6)。

本島におけるトンネルルート(案)は、南端の小山崎から北西端の柱ヶ本にかけての地下を、全線トンネルで通過する案と、東南端の壱岐空港付近の筒城崎まで加唐島からの橋梁でつなぎ、ここからトンネルとなって柱ヶ本に向かう案(図1,7)が考えられている。

どの案にせよ、井戸の分布密度が高く、なんらかの影響はまぬがれないことになる。

特に、郷ノ浦の水源井は、トンネルルート(案)に近い郷ノ浦や永田触一帯に比較的集中して分布しており、かつ、干ばつ年に給水制限を行っているなど余裕がないので充分なる対応策を検討する必要がある。

また、トンネル工事によって、海岸線付近の地

下水面が海拔標高0m以下になれば、さらに塩水化現象をまねくことになる。ひとたび塩水化した地下水の回復は非常に困難であり、注意する必要がある。

なお、橋梁～トンネル案の場合は、本島の中央部において、被圧地下水を胚胎する盆地構造や湯本～筒城断層<sup>17)</sup>を横断することになるので、地下水に対する影響が大きくなるかもしれない。

対馬島でのトンネルルート(案)は、南端東側の竜ノ崎付近から北西端の郷崎にかけての地下を全線トンネルで通過するものである(図1,12)。

郷崎のある半島のつけ根にある阿連(厳原町)や今里(美津島町)周辺には、農業用浅井戸が20本ほど、加志(美津島町)周辺には同じく10本ほどが分布しているだけである。

また、今里には浅井戸を、加志には伏流水をそれぞれ水源とする簡易水道が分布している。これらは、主として川沿いの沖積地に分布しているが、取水量が少ないことから、対応策は樹立できると思われる。

なお、厳原町の上水道施設は、阿須川筋にあるが(雞知ダム1カ所、表流水1カ所、井戸1本)、トンネル工事の影響は若干あるかもしれない<sup>2)</sup>(図12)。

下県地域における最大の河川は佐須川であり、西海岸に流出している。トンネルは、この河川の中流部地下を斜断することになっており、向斜軸や断層が発達していることもあって河川流量の減少が予想されている<sup>2)</sup>。佐須川の中・下流には、水田もかなり分布することから対応策が必要となる。

## 5. あとがき

日韓トンネルルート(案)沿いの地下水利用の実態と水文地質の概要およびトンネルルート検討にあたっての若干の課題を述べた。

地下水利用は壱岐島において活発に行われており、島内地下を通過するがぎり、ある程度の影響はまぬがれない。

前述したように、井戸本数の多い割には、水文地質が不詳である。これらの状況を充分把握するとともに、トンネルフォーメーション付近の地層および地質構造などを調査して、地下水への影響

を極力少なくするようなルート、深度および工法などを選定することが望まれる。

東松浦半島や対馬島にあっては、地下水の利用が少なく、トンネル掘削の実質的な影響はほとんどないと思われる。むしろ、表流水への影響が予想されることから、対応策の検討が必要となろう。

本稿は、既存資料などをもとにまとめたものである。本来なら、井戸や湧水の位置・規模・使用状況などを現地調査によって確認してから詳細に論ずべきであったと思われるが、それらは今後の調査・研究に待つことにしたい。

## 参考文献

- 1) 日韓トンネル研究会九州支部(1983):第1回合同部会資料
- 2) 千葉正美(1985):対馬(下県区域)の地質(2),日韓トンネル研究, No. 2, pp.69~88
- 3) 竹下健次郎・斉藤一生(1986):日韓トンネル工事計画に関わる海域および陸域の環境に関わる調査研究(1),日韓トンネル研究, No. 4, pp.63~84
- 4) 竹下健次郎・斉藤一生(1986):日韓トンネル工事計画に関わる海域および陸域の環境に関わる調査研究(2),日韓トンネル研究, No. 5, pp.47~75
- 5) 清水馨八郎(1985):国際架橋の意味するもの,日韓トンネル研究, No. 3, pp.176~180
- 6) The Japan-Korea Tunnel Research Institute(1986):The Japan-Korea Tunnel Project-Present Status:1986-pp.1~23
- 7) 九州農政局計画部(1986):地下水利用実態調査地下水取水施設位置図(佐賀県)
- 8) 九州農政局計画部(1986):地下水利用実態調査地下水取水施設位置図(長崎県)
- 9) 佐賀県保健環境部(1986):昭和60年度佐賀県水道, pp.1~
- 10) 長崎県保健環境部(1986):長崎県水道事業概要-昭和60年度-pp.1~97
- 11) 小林勇他(1955):5万分の1地質図幅「呼子」・「唐津」および同説明書,地質調査所
- 12) 九州農政局(1972):農業用地下水調査地下水対策予備調査報告書-壱岐-pp.1~203
- 13) 九州農政局計画部(1985):国営壱岐土地改良事業計画書(案)基礎資料 No.5(地質・地下水) pp.1~202
- 14) 古川博泰(1983):九州・沖縄の地下水,九州大学出版会, pp.157~162
- 15) 猿山光男(1986):日本の地下水,地球社, pp.865~872,農業用地下水研究グループ日本の地下水編集委員会編
- 16) 神田淳男(1984):壱岐の地質(1),日韓トンネル研究, No. 1, pp.22~34
- 17) 神田淳男(1985):壱岐の地質(2),日韓トンネル研究, No. 2, pp.89~97
- 18) 松井和美(1958):5万分の1地質図幅「勝本・郷ノ浦・芦辺」および同説明書,地質調査所
- 19) 千葉正美(1984):対馬(下県区域)の地質(1),日韓トンネル研究, No. 1, pp.35~47
- 20) 高橋満弥(1986):対馬南部地域の重力探査,日韓トンネル研究, No. 2, pp.46~68
- 21) 九州農政局上場農業水利事業(1985):上場農業水利事業概要書