

密度とほぼ等しい。これに加えて、年間14万5,000人の観光客(1979年)が、7、8月に集中する。この水源は、茶花ブロックの浅井戸1カ所を除いて、すべて古里ブロックの深井戸に依存している。浅井戸は、とくに人家の多い茶花や古里の低地に多く分布し、その数は200~300カ所に達する。大部分は、家庭用ポンプが据え付けられ、夏期の上水道不足を補うために、雑用水として採取されている。

与論島では、今後、上水道需要の増大や耕地が整備されることに伴うかんがい用水の需要が見込まれている。主水源である古里ブロックの一部では、十数年来、地下水水位が平均海水準以下に下っており、今後、新たに地下水を採取する余裕はほとんどない。未開発区域の残された茶花ブロックの北部で作井に成功したとしても、安定的に採取できる量はその流域の広さから1,000 m<sup>3</sup>/dを超えることはないだろう。与論島において、すでに作井された井戸の揚水可能量の総計が10,000 m<sup>3</sup>/dを超え、全降水量の10%に匹敵する量まで達している。おそらく、これ以上の採取は著しい水位低下や塩水浸入を助長し、現在、かろうじて良い水質を保っている古里地下水盆さえも深くまで塩水浸入させかねない。

与論島では、塩水浸入を防止し、あわせて地下水資源を確保するには地下ダムが適している。その候補地として、古里地下水盆がまず第1にあげられる。締め切り堤がやや長くなるものの、400万 m<sup>3</sup>程度の開発が可能と想定される。

(山本昭夫)

#### 参 考 文 献

- (1) 活断層研究会(1980):日本の活断層,東京大学出版会
- (2) 中川久夫(1967):奄美群島・徳之島・沖永良部島・与論島・喜界島の地質(1),東北大地質古生物研報, No. 63
- (3) 九州農政局資料(1980)

## 5. 沖 縄 島

### (1) 地形・地質

沖縄島は、北東-南西方向に延びる長さ110 kmの細長い島で、南西諸島では最大の面積(1,200 km<sup>2</sup>)をもつ。本島は、地形、地質上、具志川市宇堅から北谷町砂辺に走るいわゆる天願断層によって、北部地域と中南部地域に大きく分けられる。すなわち、北部地域は標高400 m以上の山稜線が島軸方向に延び、山地の陸地面積に占める割合が大ききことから、その山腹斜面は海岸ぎわまで比較的急斜面となって臨む。古、中生代の千枚岩、緑色片岩類(名護層群)、砂岩(嘉陽層)、そして石灰岩(今帰仁層、本部層群)が分布する基盤山地となっている。標高100 mから200 mのところにて特徴的に平坦面が分布し、更新世の砂礫層(国頭層)が覆っている。一方、中南部は鮮新世の島尻層群がつくる丘陵と更新世の石灰岩および砂礫層(琉球層群)が分布する台地からなり、南にゆくほど低くなって150 m以下となる。

沖縄島における最も有力な帯水層は、石灰岩ないし是非石灰質の砂礫層からなる琉球層群であり、これらは金武台地、天願川流域、嘉手納、読谷台地、与勝半島、そして南部台地に広く分布し、地下水の利用がなされている。ついで、古期の石灰岩が分布する本部半島、狭小であるが海

表2-10-3 沖縄島地質層序表(古川, 1980)

年代	柱状図	地層名	岩相	分布
第四紀 更新世 10,000		沖積層 新期砂丘砂層	未固結粘土、砂、礫 砂丘砂層(石灰質) 現リーフ堆積物	沖縄本島およびその周辺諸島の海岸沿いの沖積平野(河川沿い)をつくっている。 砂丘は、海岸沿いに分布している。
		赤褐色土段丘砂礫層(国頭礫層) 段丘石灰岩層(栗石)	粘土質、(島尻マーヅ) 未固結～半固結砂礫、一部に砂、粘土あり 砂質石灰岩主体、(栗石)	台地、山地の地表に分布。とくに石灰岩台地上には最大15mの層厚あり、海底にも分布。台地をつくる砂礫。高位(標高150~200m)中位(100~60m)、低位(40~10m)と3段に区分可。栗石石灰岩を主体。一部礫性あり。
		琉球石灰岩層	上から礫性(サンゴ主体)石灰藻球、有孔虫砂質、碎屑性石灰岩の順で重なる。上部は再結晶で固結	沖縄本島中・南部の台地をつくる。点々と本島中北部にもあり、久米島・粟国島・本島中部東海岸沿いの島々にもあり、最大層厚110m±、一般に40~50m。表面はCase-hardeningにより固結、地下は砂礫状のところが多い
		知念砂層	石灰質砂層	半固結～固結石灰質シルト-砂、知念半島主
第三紀 新第三紀 2x10 <sup>6</sup>		久米島火山岩類	輝石安山岩、熔岩、凝灰角礫岩、玄武岩熔岩、凝灰岩、変質安山岩類	久米島宇江城岳を中心として、東半分広く分布。同様な岩石は、粟国島にもあり。下部では島尻層群泥岩と互層
		島尻層群 新里層 与那原層 小禄砂岩層	泥岩、砂岩、凝灰岩から成り、泥岩主体(ジャーガル、クチャ) 石灰質砂岩部は硬堅(ニービ)	沖縄本島中・南部に広く分布。琉球石灰岩におおわれる。最大層厚1,000~2,000m 那覇市小禄付近模式地。浦添市～沖縄市に分布
		嘉陽層	砂岩、頁岩、互層、褶曲構造よく発達	沖縄本島北部東海岸に分布(名護市嘉陽・宜野座村、金武村、恩納村一帯)
		名護層群	千枚岩主体、砂岩、緑色岩類を含む。安山岩。石英斑岩、閃緑岩などの貫入岩あり。	沖縄本島北部山地をつくる。(石川市・読谷村以北) 貫入岩分布地：名護市ヨフケ、恩納村熱田、読谷村長浜
中生代～古生代(?)		今帰仁層	石灰岩、粘板岩、凝灰岩、砂岩、チャート(アンモナイト含む)	本部半島今帰仁城趾付近以西、漸底島
		本部層群	石灰岩、チャート、火山岩類、砂岩、粘板岩から成り、石英斑岩が断層沿いに貫入	本部半島の主要部山地、屋我地島、国頭村奥間ピーチ、辺土岬、渡名喜島、貫入岩は層厚数m、延長数百mの場合が多い。

岸沿いに発達する沖積平野，更新世の段丘堆積物などをあげることができる(表2-10-3)。

(2) 地下水

北 部<sup>(1)</sup>：北部地域の主要な地下水賦存地帯は，東シナ海に突出する本部半島である。

八重岳(453 m)を中心とする山地は，半島の中央部に広い面積を占め，古期の石灰岩と粘板岩，チャート，砂岩，凝灰岩などの非石灰質岩石類が互層またはレンズ状に分布している。全体の地質構造は北東から南西方向に延び，さらに新旧の断層により切られている。古期石灰岩中には多くの湧水がみられ，山地を開析して流下する満名川や大井川は，これら地下水によって涵養され，あるいは地下流路をとって伏流するなど，特異な河川形態をみせている。

古期石灰岩中の地下水は石灰岩の空隙や割れ目，あるいは断層破砕帯中に裂か水として存在する 경우가多く，地下水の湧出機構と河川水の分布を総合的に調査解析することにより，かなりの地下水開発が期待できる。

琉球石灰岩は，浦崎，新里から備瀬崎にかけて半島の先端部と，半島北部の今帰仁村今泊から運天にかけて分布する。前者は，基盤を切る浸食谷と断層によって形成された堆積盆であり，その最大層厚は 80 m 以上にも達する。後者は，大井川を中心として，仲宗根から崎山への方向，すなわち南東から北西方向にかけて開いた堆積盆である。ただ，一般に泥質な堆積相であり，帯水層としての透水性や貯留率は小さなものとみられる。琉球石灰岩中の地下水は，かなり陸側まで塩水域が広がっていて，地下水利用上，その対策が考慮されなければならない。たとえば，本部町浦崎から新里にかけて地溝状に発達する地下谷は，基盤が非常に深く，最深で -100 m，浅

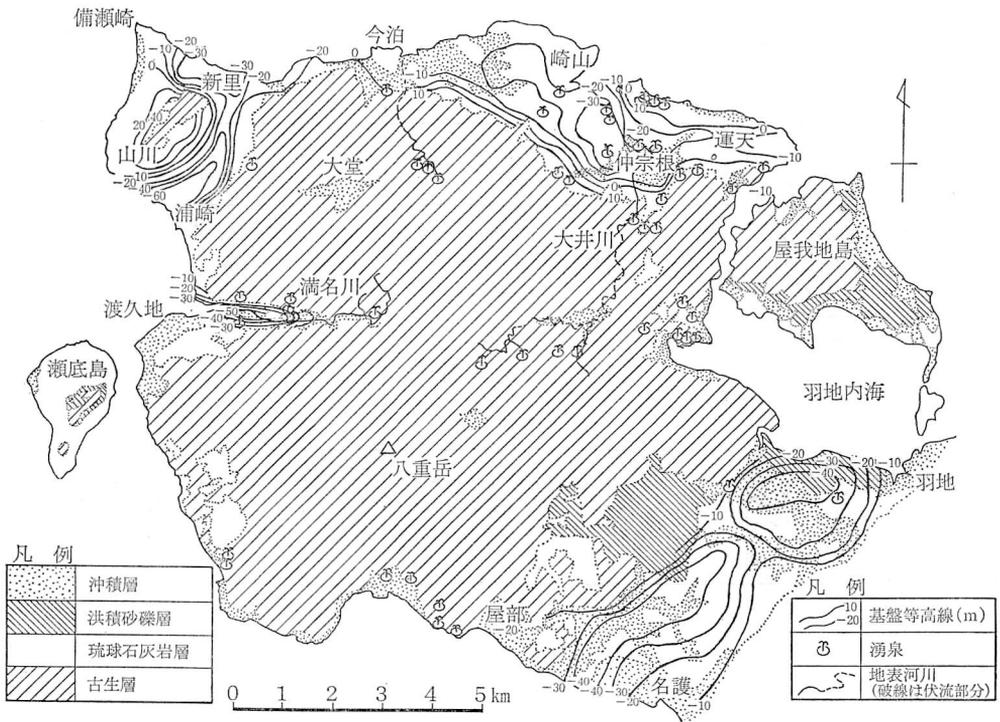


図2-10-17 本部半島水文地質図

くても -30 m ある。また、島尻砂岩層の上面に限れば、ほぼ -60 m となる。このため、電導度の測定結果では、海岸より約 1 km 入ったところの地表下 -50 m で  $1,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、-50 m 以深で  $2,000 \mu\text{S}/\text{cm}$  となっており、同じく 500 m 入った地点ではすでに  $9,000 \mu\text{S}/\text{cm}$  の値を測定している。これらの調査孔の地下水位標高は、おおむね 0~3 m と非常に低い(図 2-10-17)。

一方、大井川下流域を含む地下水盆は、大井川流域を背後地にもつため涵養量は大きい。しかし、地下水位を堰き上げると、大井川への流出を早め、しかも感潮河川であるため、川から直接取水することが不可能な状態にある。

このことから、このような琉球石灰岩地帯での地下水利用は、地下水盆の形状をよくみきわめて、塩水浸入阻止型の地下ダム開発方式が有効であると考えられる。

半島基部は、標高 50~100 m の丘陵が広がり、透水性の大きな呉我礫層、仲尾次砂層と呼ばれる鮮新世の堆積物が分布する。丘陵斜面に湧水が認められるが、量的にはわずかなものが多い。本層が沖積面下に分布するところでは、井戸によっては日量  $500 \text{ m}^3$  以上取水できるものもある。

沖積層は、大井川、満名川などの谷底平野を埋めるもので、沖縄県では大規模な平野に属する。層厚は 10~20 m に達するところもあり、砂礫層は帯水層に、粘土層は加圧層となって、一部で被圧している。いずれも、揚水による塩水浸入には注意しなければならない。

**中 部**<sup>(1)</sup>: 中部の地下水盆には、読谷台地、天願川流域、与勝半島、嘉手納地域がある。このうち、嘉手納地域は米軍基地が全域を占めており、地下水利用はもちろん立入調査も不可能となっている(図 2-10-18)。

読谷台地は、座喜味北方の丘を取り囲むように広がる平坦面と緩傾斜面からなり、平坦面は 70~80 m 面、25~45 m 面、15 m 前後の面の 3 面に区分される。また、西海岸には離水さんご礁が分布し、その高さは 3 m までである。川平の西方、座喜味の北側およびその東側には、基盤の名護層群が露出し、長浜川沿いには花崗岩類や玢岩などの貫入岩がみられ、一部に国頭層相当の砂礫層が基盤を覆っている。台地は琉球層群で構成され、下位より、石灰質礫岩層、石灰質碎屑岩層、石灰質礫岩層、礫性石灰岩層からなっている。読谷台地の基盤上面の形状は比較的単調で、石灰岩を帯水層として地下水が求められるのは、北西—南東にのびる断層の西側で、基盤が海面より高い範囲に限られる。そこでは、水深が 5 m 前後あり、川平、長浜、儀間の南などの部落は、深さ 20~30 m の打込み井戸により飲料水を得ている。宇座や座喜味、その西方などさらに基盤が浅くなるころでは、5~10 m の深さの井戸が多く、湧水地点もいくつかみられる。ここでは、基盤上面の風化部に貯まった少量の地下水が利用されている。いずれにしても、1 井当りの汲み上げ量はわずかなものとなっている。

一方、基盤が海面下にあるところでは、一部で塩水化しており、淡水の高さも 1 m をでるものは少ない。宇座の北西で行った揚水試験の結果では、透水量係数  $T$  の平均が  $1.81 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 、透水係数  $k$  が平均  $1.6 \times 10^{-3} \text{ cm}/\text{s}$ 、比湧出量  $Sc$  が  $37 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}$  を示し、石灰岩の帯水層能力としては一般のものより劣っている。一方、読谷台地南の比謝川流域右岸で行われた試験結果では、 $T$  が  $4.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $k$  が  $4.25 \times 10^{-2} \text{ cm}/\text{s}$ 、 $Sc$  が  $200 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}$  を示している。

天願川下流一帯の台地は、琉球層群とくに碎屑性の石灰岩を主要な帯水層として、沖縄県で最も地下水開発が進んだ地域となっている。具志川市の北、天願川の上流は基盤の名護層からなる

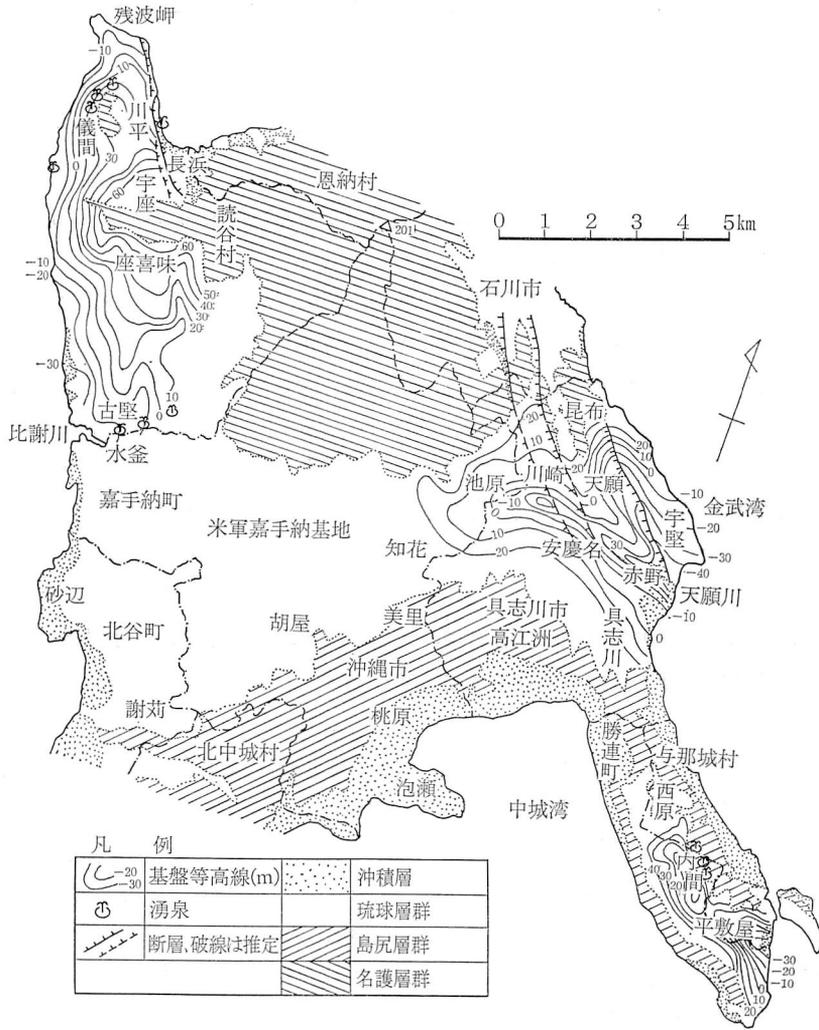


図2-10-18 本島中部水文地質図

山地が広がるのに対し、具志川市の南部から与勝半島にはもう1つの基盤、島尻層群が露出する。基盤の浸食谷は、天願川河口から天願を経て昆布に至る西落ちの断層に沿う深い地下谷と、赤野から分かれて川崎、池原にのびる地下谷があり、後者は名護層群と島尻層群とを境界する天願断層にほぼ沿っている。

天願川河口に位置する地下谷の開口部は、最深部で-40 mにも達し、基盤が海水面下にある範囲は5 kmも陸側に入り込んでいる。これまでの揚水試験によると、天願周辺の井戸群は地下谷の中心部に位置し、揚水量は日量2,000 m<sup>3</sup>前後のものが多く、これらは碎屑性の石灰岩を帯水層としている。しかし、300 mほど離れた地下谷の縁辺では20 m<sup>3</sup>/dにも満たない。また、同じ地下谷にあっても、粘土混じりの砂礫が主要帯水層になると、揚水量は200 m<sup>3</sup>/d程度となっている。透水係数についても、石灰岩が10<sup>-1</sup> cm/sオーダーにあるのに対し、砂礫層が10<sup>-3</sup> cm/sオーダーと、100分の1程度に小さくなっている。

このように、水文地質構造と帯水層の層相によって比湧出量が著しく相違するのが、この台地の特徴となっている。

与勝半島は、その南西海岸が急崖で、北東海岸および半島先端がやや急斜面で囲まれた標高40～100 mの台地性の地形を示している。基盤の島尻泥岩層は、半島の両斜面に露出し、半島の軸部が基盤の凹地となって地下水盆を形成している。地下水盆の1つはほぼ中央に、いま1つは半島先端から海へ開口して分布しており、前者を内間地下水盆、後者を平敷屋地下谷と呼ぶこととする。帯水層は琉球石灰岩とそれと同時異相の非石灰質砂礫層からなる。砂礫層は、半島基部の勝連町北部に限って露出し、黄褐色を呈する基質は均一な細砂ないしシルト質砂からなり、礫は石英の円礫および島尻泥岩のとりこみを含んでいる。石灰岩相は、圧倒的に砂質石灰岩と石灰質砂岩との互層からなり、礁性を示すものは少ない。基盤の泥岩層と石灰岩との間に知念砂岩に相当する石灰質細砂層が挟在するが、琉球石灰岩中の石灰質砂岩層と本層とは岩質がよく似ていることから識別が困難である。内間地下水盆は、比高20～30 mに及ぶ盆状をしており、すでに天然の地下ダムを形成している。地下水は溢流し、湧水となって北東側斜面の小河川へ流入し、その一部は県企業局の水源として利用されている。

半島先端にある平敷屋地下谷は、谷幅が1.5 km、奥行きが1.0 kmで海へ大きく開いたかたちをしており、しかも基盤の大部分は海水面より低い。最低標高が-30 mもあるため、基盤の勾配は約5%と比較的急となっている。このため塩水浸入域は陸側へ700 mほど入っている。

内間地下水盆は、既存の湧泉などの水利用を仮に無視すれば、日量2,000 m<sup>3</sup>程度の地下水開発が見込めるだろう。一方、平敷屋地下谷は地下水位も低く、帯水層が海水と接するため、現況では有効な利用は望めない。

**南部**<sup>(2)</sup>：沖縄島の南端、糸満市から具志頭村、玉城村を経て知念村に至る一帯には琉球石灰岩の台地が広がる。これは、北から南へ標高200 mから50 mまで緩く傾く台地で、階段状の断層群によってできた急崖で囲まれている場合が多い。また、この台地はケスタ状の波状地形を呈し、断層を境に凹地とリッジ状の高まりが隣接する。琉球石灰岩の下位の島尻層群は、本島中南部一帯の基盤を構成するもので、一般には東西～北東走向、約10°前後で南～南東へ傾く単斜構造を示し、その厚さは1,000 mを超える。島尻層群と琉球層群との間には知念砂岩と呼ばれる良く固結した石灰質の粗粒堆積物が分布する。知念砂岩は、具志頭村慶座から東部に限られ、糸満市ではみられない。島尻層群とともに不透水性基盤となっている。

台地を形成する琉球層群は、琉球石灰岩と段丘石灰岩とに区分される。琉球石灰岩は、最大100 mの層厚をもつが、一般的には30～40 mの厚さのものが多く、しかし、その分布は、最高193 mの糸数台地から港川付近の-50～-60 mの最低標高まで、実に200 m以上の比高差をもっている。この相違は、層準の違いというよりも、隆起および断層などの地殻運動によるものが大きい。石灰岩の層相は下部で碎屑性のものが多く、上部へ向かって次第に石灰藻球、砂質、礁性と移化するのが一般的傾向であるが、みかけの層相のみで石灰岩を区分することには大きな困難がある。

石灰岩の背後地は、基盤の島尻層群が広く露出しており、標高的には低い、報得川や雄樋川の上流部に当る。石灰岩堆積時、陸を形成していたものが隆起後の差別浸食により、高さを低く

していったものと考えられる。港川地下谷のボーリングコアによれば、琉球石灰岩中に非石灰質の砂，シルト層が挟在しており，近くに浸食と供給の場のあったことがわかる。

段丘石灰岩は主に雄樋川下流に分布し，一名，栗石石灰岩とも呼ばれ，石材としてよく利用さ

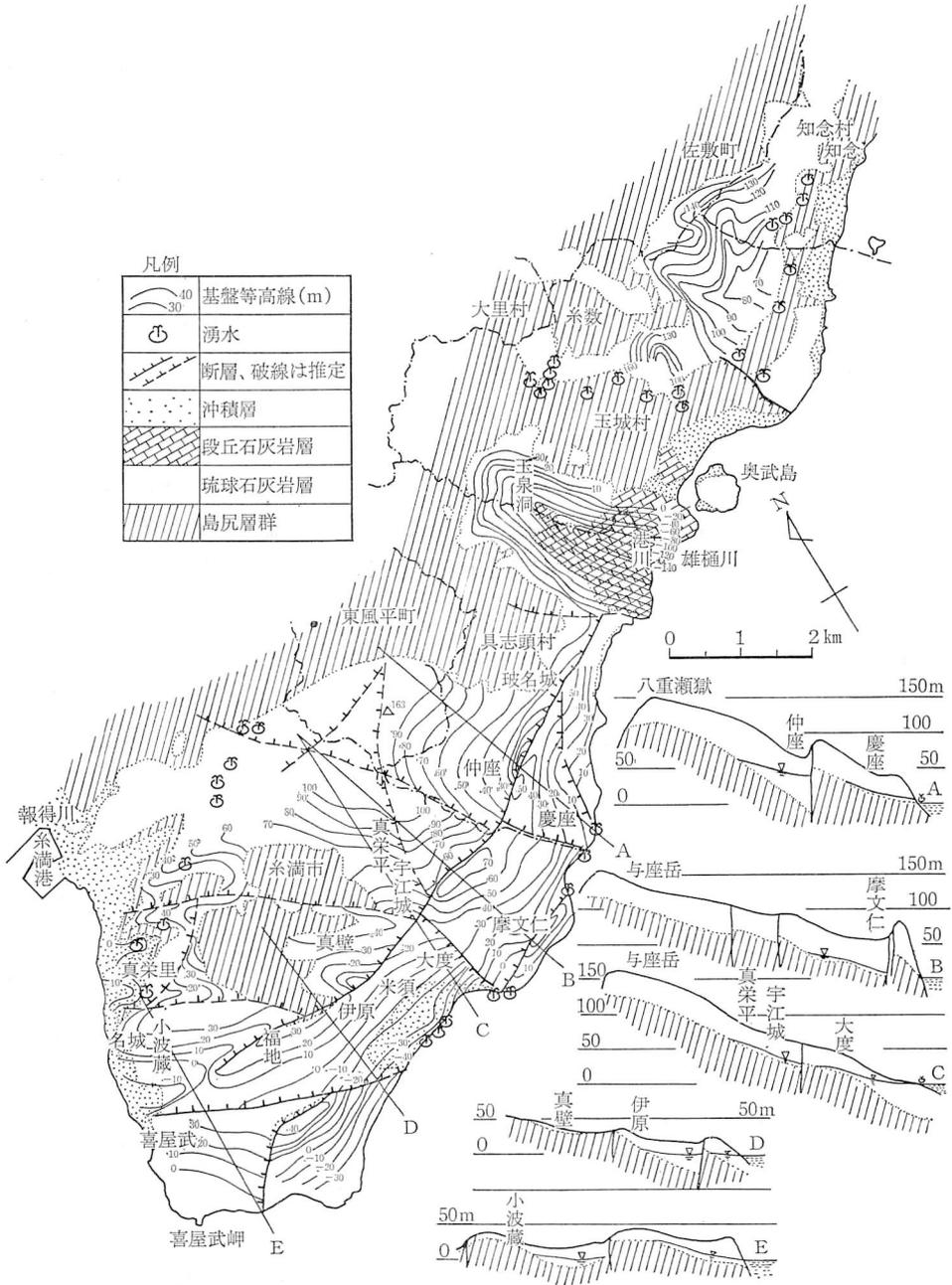


図2-10-19 本島南部水文地質図

れている。標高 20~50 m にわたる緩やかな堆積原面が認められ、しかも琉球石灰岩を不整合に覆う新しいものであることがわかっている。

断層は東西性のものと南北性のものがあり、基盤の垂直落差は最大 60 m、一般に 20 m 前後である。交叉する断層群により、真栄里、名城、喜屋武、米須、真壁、宇江城、摩文仁、真栄平、慶座、仲座、港川、そして知念の 12 の地下水盆に区別される(図 2-10-19)。

基盤の一部が海水面下にある地下水盆として、名城、米須、港川の 3 地域があり、その基盤の最深は、名城が -15 m、米須が -60 m、港川が -150 m であり、それぞれ相当の塩水浸入域をかかえている。これらの地下水盆はブロック状に分布するため、上流の地下水盆の末端が下流の地下水盆の先端に連なる場合が多い。これは、米須-真壁-宇江城、真栄平-摩文仁、仲座-慶座の地下水盆間でみられる。

それぞれの地下水盆は断層による基盤のくい違いによって、自然のダムが存在する場合がある。上流側の地下水盆から自然の地下ダムを越流して、下流側の地下水盆に涵養が行われることになり、とくに、高水時にこの機能は有効な動きをする。すなわち、ピーク流出量をそれぞれの地下水盆で保留するため、地下水流出の減衰速度が柔らげられ、より安定した貯留が期待できるからである。慶座や仲座の地下水盆の末端の湧水はこのようなものの 1 つで、水道水源として利用されている。

雄樋川の流域をかかえる港川地下水盆の分布は、本地域にあってきわめて特異である。深さ 100 m を超える範囲は上流へ 2 km も入り込み、一方、海底でもその延長が確認されている。この地下谷は、ほとんどが有孔虫石灰岩によって埋積されている。また、分水界にはすぐに基盤の分布がみられるにもかかわらず、断層の存在は確認されていない。港川地下谷の成因については、不明のところが多い。

雄樋川左岸から知念半島までは平らな台地面が連なり、石灰岩の堆積面をそのまま残しているものとみられている。その厚さは 20 m 前後で、ドリーネや鐘乳洞などがよく発達する。南東側急崖斜には、基盤が露出し、その間から地下水が湧出し、古くから周辺集落の貴重な生活用水として利用されている。

(永田 聡・岡本正也)

#### 参 考 文 献

- (1) 沖縄総合事務局農林水産部 (1981): 農業用地下水調査, 沖縄県水理地質報告書, p. 152—161, 233—247
- (2) 沖縄総合事務局農林水産部 (1983): 沖縄県の地下水, p. 18—43

#### 6. 伊平屋島・伊是名島

伊平屋島、伊是名島ともに基盤は古生層の堆積岩類からなり、琉球石灰岩の分布は認められない。

古生層からなる地形は、山地を形成し、伊平屋島にあっては、標高 200 m 以上の山々が島の長軸方向、つまり北東-南西方向にその陵線を連ね、それはまた背斜軸の延びの方向ともなっている。一方、低地は山地に挟まれた洪積ないし沖積層による埋積谷に限定され、地質構造上、向