

# 報 文

556. 31 : 552. 541 (522. 8)

## 喜 界 島 の 地 下 水

—奄美諸島の水理地質 (1)—

野 間 泰 二\*

### Groundwater in Kikai-jima

—Hydrogeology of the Amami Islands (1)—

Yasuji NOMA

#### Abstract

Kikai-jima is situated in the east part of the Amami Islands, and belongs to the outer belt (Neogene belt) in the zonal geological Ryukyu arc, extending between Kyushu and Taiwan. This island consists of the Pliocene Shimajiri Formation and the overlying Pleistocene Ryukyu Limestone.

The faults, which mainly trend the N-S and NE-SW directions, are developed in this island. Many terraces are well developed and are divided into four groups,—the Hyakunodai, the Nagamine, the Kawamine and the Lowest Terrace.

The Ryukyu Limestone forms the water-bearing beds in the Nansei Islands, and is topographically and hydrogeologically divided into three limestone formations in this island,—the Higher, the Middle and the Lower Ryukyu Limestone.

Many springs are distributed on basal zones of the each limestone formation and terrace cliffs. The springs, which are connected with the fault, have much discharge mainly.

The groundwater in this island has generally high content of chlorine ion and hardness. Especially, the groundwater in the Lower Ryukyu Limestone has higher content of sulfuric acid, calcium and magnesium ions than the Middle and the Higher Ryukyu Limestone.

The almost spring water is utilized the source of the Water Supply, drinking and irrigation water. Therefore, in this island it is necessary to utilize the groundwater by means of drilled wells on Wanto-baru and Araki-baru area.

#### 要 旨

喜界島は、南西諸島を形成しているいわゆる琉球弧の外帯に属し、新第三系鮮新統の泥岩および細粒砂岩からなる島尻層を基盤とし、その上位は広く琉球石灰岩で不整合に覆われている。この島は、N-S系およびNE-SW系の断層が目立ち、また多くの段丘地形が発達しており、大きく4段丘に分けられる。

琉球石灰岩は、主として奄美諸島以南に広く分布する新期の石灰岩で、上部鮮新統ないし下部更新統に属し、この地方における主要な帯水層を形成している。この石灰岩は、この島においては岩質、地形面および水理地質的観点から、高位・中位および低位琉球石灰岩の3層に大別することができる。高位および中位琉球石灰岩は、

\* 環境地質部

主として珊瑚類からなる石灰岩で、多孔質であるが一般に固結して堅硬である。また低位琉球石灰岩は、砂質石灰岩からなる部分が多い。

琉球石灰岩地帯においては、雨水などは蒸発分を除いてほとんどすべてが岩石の割れ目や空洞などを通して地下に伏没し、島尻層との間の不整合面に沿って傾斜方向に流動している。各琉球石灰岩の基底部が地表に露出するところ、断層崖あるいは段丘崖に沿うところに、多くの湧水が分布している。これらの湧水のうち、断層あるいはその延長線上に位置するものは、一般に湧出量が多い。

地下水の水質の特徴は、島が小さく低平なため、一般に風送塩の影響を強く受け、全般的にCl<sup>-</sup>が高く、またほとんどが石灰岩地帯を流動するため、一般に硬度が高い。なお、琉球石灰岩各層によって水質に差異が認めら

れ、とりわけ  $SO_4^{2-} \cdot Ca^{2+} \cdot Mg^{2+}$  などが、高位琉球石灰岩から中位・低位琉球石灰岩に向かって順次増加する傾向が見られる。

この島の多くの湧水は、簡易水道水源・家庭用飲料雑用・かんがい用などに利用されている。水資源に乏しい本島の水利用に当って、今後は湧水の効果的な貯水を考えたとともに、海水面下へ直接流出していると考えられる湾頭原・荒木原などの地帯における地下水開発が必要である。

### 1. ま え が き

南西諸島(琉球列島)は、九州から台湾に至る間に約1,200 km に及ぶ島弧—琉球弧—をなしており、北東から南西へ、大隅諸島・吐噶喇列島・奄美諸島・沖縄諸島および先島諸島(宮古諸島および八重山諸島)などがほぼ連なっている。このうち、奄美諸島は、奄美大島(大島本島・加計呂麻島・請島・与路島など)・喜界島・徳之島・沖永良部島および与論島からなる。

南西諸島のうち、吐噶喇列島の南部および奄美諸島以南には、新期の石灰岩すなわち琉球石灰岩が広く分布し、これらの地方における主要な帯水層を形成している。一方、琉球石灰岩地帯においては、雨水などは蒸発分を除いてほとんどすべてが地下へ浸透してしまうため、表流水はほとんど見られず、水利用は琉球石灰岩に由来する湧水か地下水に依存しなければならない。

これらの地方は、亜熱帯性の気象条件から砂糖きびの栽培が盛んで、この地方の基幹産業の一つに数えられ、製糖工場を始めとする各種産業の用水の確保は、生活用水の確保とともに、産業の発展に欠くことができないものである。

このような水環境のもとにおいて、琉球石灰岩の産状とその水理地質的環境とを調べ、地下水の賦存および流動の状態から、琉球石灰岩地帯における地下水に関する基礎資料を得ることを目的として、昭和49年度から年次計画に基づいて、奄美諸島の水理地質調査を開始した。

本報告は、これら一連の調査研究のうち、外業の終了した喜界島の琉球石灰岩と地下水との関連についてとりまとめたものである。

本調査研究を進めるに当たり、資料の提供ならびに野外調査に格別の便宜を与えられた鹿児島県企画部開発課・同大島支庁土地改良課および喜界島耕地地課・建設課の関係各位に対し深く謝意を表す。また、当所技術部化学課後藤幸次技官には水質分析をお願いし、水質に関する考察について有意義な御教示を得た。併せて厚く感謝する。

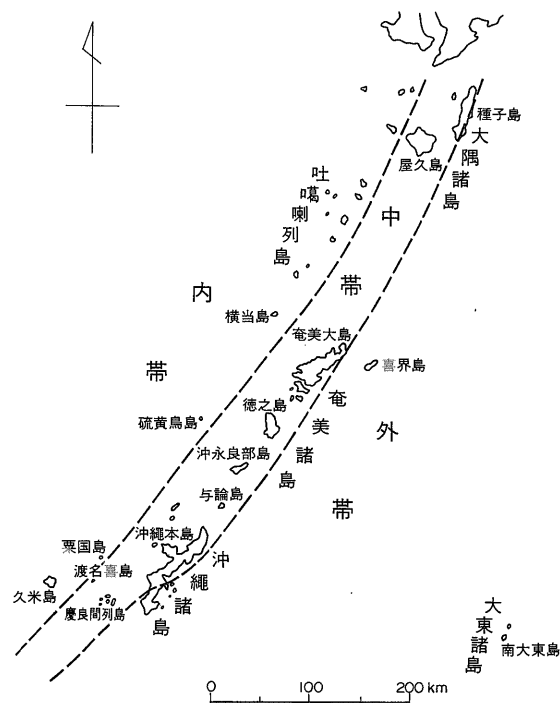
### 2. 位置および地質概観

奄美諸島は、南西諸島の中ほど北寄りの北緯  $27^{\circ}00' - 28^{\circ}33'$ 、東経  $128^{\circ}23' - 130^{\circ}03'$  の間に位置し、奄美大島・徳之島・沖永良部島・与論島からなる一つの島弧と、これから東へ離れる喜界島とからなり、いずれも鹿児島県大島郡に属する。

南西諸島の地質構造については、小藤(1897)によって帯状の基盤岩の配列状態に従って、内側(東支那海側)から外側(太平洋側)に向かって、火山岩帯・古期岩帯および第三系帯に3分帯されていたが、波多江(1955)によって内帯に属する火山岩帯をさらに内側の旧期火山岩帯と外側の中・新期火山岩帯とに2分された。すなわち、現在南西諸島は次のように分けられている。

- 内帯——旧期火山岩帯
- └——中・新期火山岩帯
- 中帯——古期岩帯
- 外帯——新第三系帯

奄美諸島の大半を構成する中帯は激しく変動を受けて褶曲・断層に富む古生界ないし中生界(一部古第三系)の堆積岩類・変成岩類および花崗岩類・輝緑岩などの火成岩を基盤とする古期岩帯で、北は種子島西部、屋久島から、南は沖縄本島北半部を経て石垣島まで延びてい



第1図 奄美諸島位置および地質区分図

る。

また、喜界島などを構成する外帯は、比較の変位の少ない新第三系の堆積岩類を基盤とし、火成岩を伴わない新第三系帯で、北は種子島東部から、南は沖縄本島南半部・宮古島を経て西表島および与那国島まで連続している。

琉球石灰岩で代表される琉球層群 (HANZAWA, 1935) は、まとまった分布範囲としては、奄美諸島の喜界島を北限とし、徳之島・沖永良部島・与論島をはじめ、沖縄諸島・大東諸島・宮古諸島および八重山諸島全域にわたり、広く基盤岩を覆っている。

### 3. 地形および地質

喜界島は、奄美大島の東方約 25 km に位置し、NE-SW に細長いほぼ卵形をした小さい島で、幅 3.0-6.5

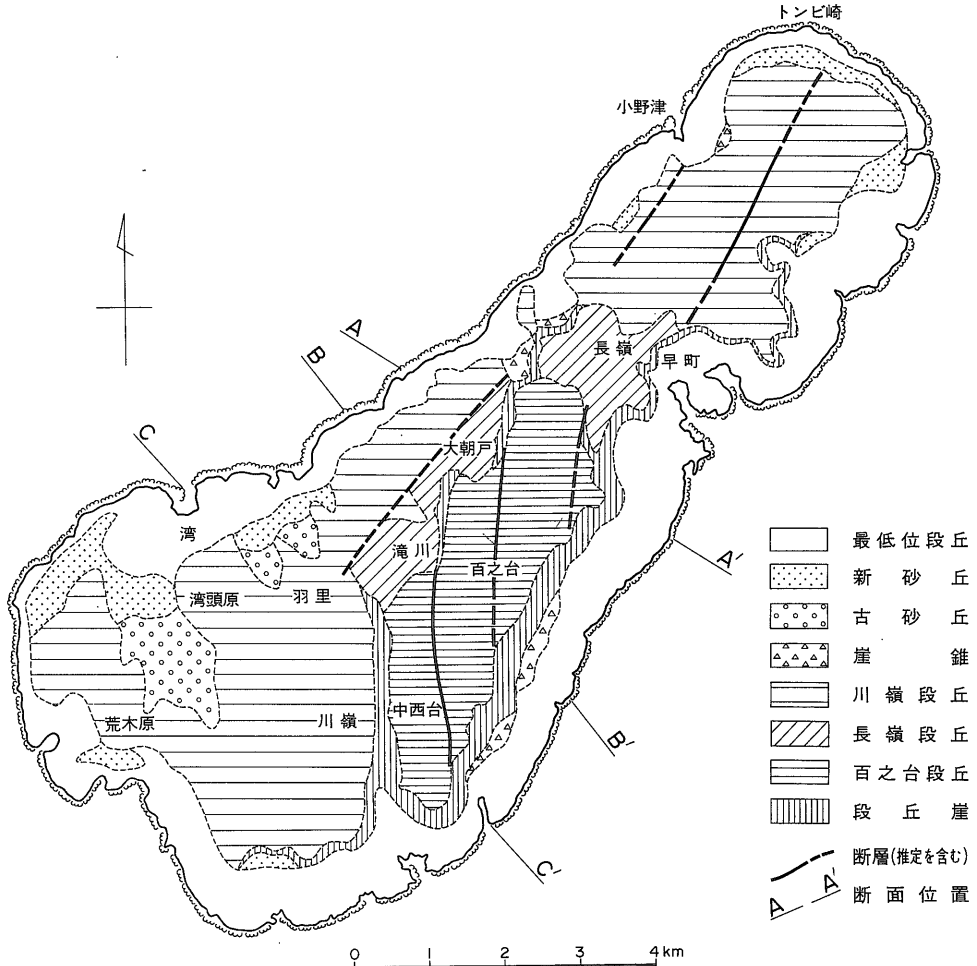
km、長さ 14.5 km、面積約 55.7 km<sup>2</sup> を有し、比較的平坦地が多く、最高標高約 220m の百之台をはじめとする多くの段丘が発達している。

段丘地形については、波多江ほか (1964) ・中川 (1969 a, b) ・武永 (1968, 1972) らによっていろいろ分類されている。この島の多くの段丘は地形面からまとめてみると、おおむね次の 4 つの段丘群に区分することができる。

**百之台段丘**：島の中央東寄りに分布する百之台・中西台を形成している高位の段丘群 (標高 150-200m)

**長嶺段丘**：百之台の北東側の長嶺段丘および北側の大朝戸・滝川段丘など比較的傾斜をもつ中位の小段丘群 (標高 80-110m)

**川嶺段丘**：島の西部の川嶺・羽里段丘 (標高 50-70 m)、湾頭原・荒木原 (標高 20-30m) および島の北東部



第2図 喜界島地形区分図

(標高30-50m)を形成する比較的平坦な低位の段丘群  
 最低位段丘：島の周囲をとり巻いて分布する最低位の段丘 (標高5-10m)

喜界島の地質は、基盤をなす島尻層群 (HANZAWA, 1935)の一部に当る島尻層とその上位を広く不整合に覆う琉球石灰岩とからなっている。また、この島の形状・地形面の形成にも関連すると考えられる多くの断層が見られ、とりわけ N-S 方向および NE-SW 方向の断層が卓越している。

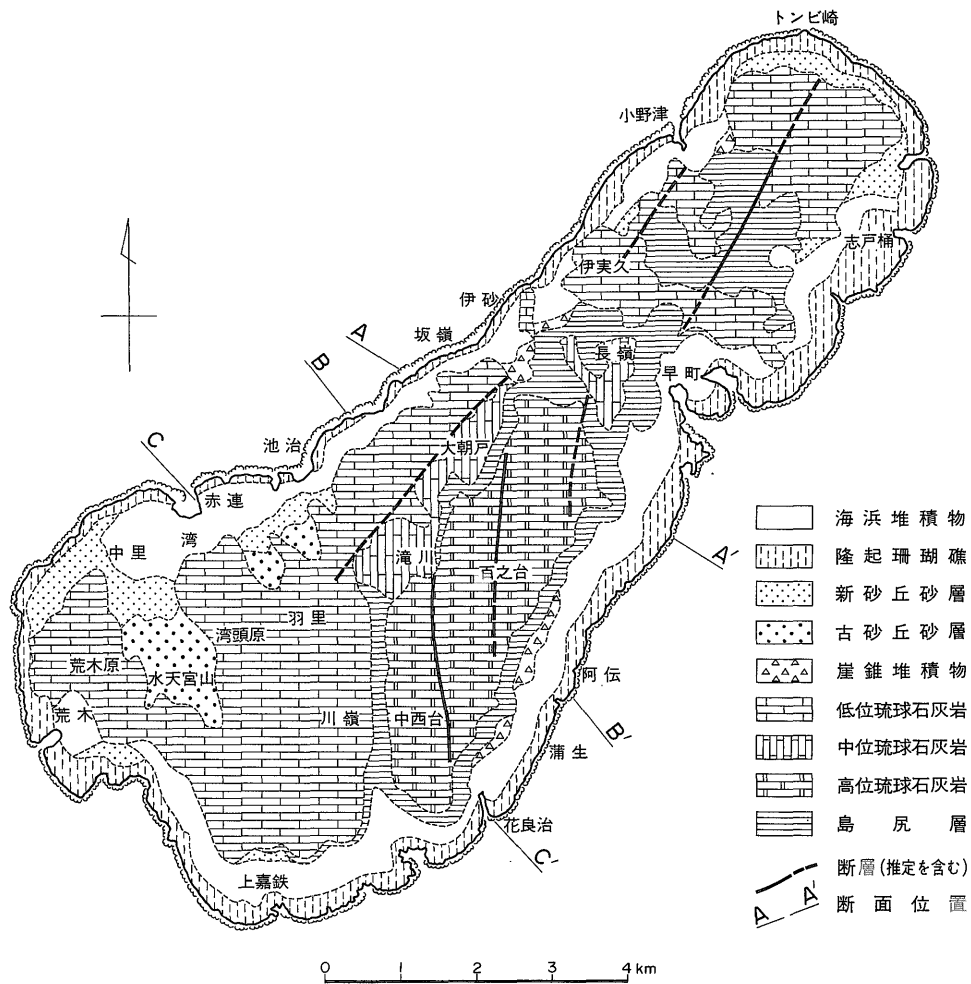
島尻層は、この島では早町層 (波多江ほか, 1964)とも称せられる地層で、新第三系鮮新統に属し、灰色を呈する軟質の泥岩および細粒砂岩の互層からなる。なお、本層の露出は、島の北東部および断層・段丘崖に沿う小部分に限られている。

琉球石灰岩は、島尻層を不整合に覆う新期の石灰岩

で、上部鮮新統ないし下部更新統に属し、有力な帯水層を形成している。主として珊瑚類から構成され、石灰藻類・有孔虫類などの化石を多く含有するが、所によって有孔虫・貝殻片を主とするものや石灰質砂層ないし砂礫層に移化するものもある。一般に珊瑚類からなる石灰岩は、多孔質であるが固結して非常に硬い。これに対して、貝殻質あるいは砂質ないし砂礫質のものは、固結度がゆるく、一般に脆弱である。

琉球石灰岩は、地形面および湧水の分布・湧出形態などの水理地質的観点から次の3層に大別される。

高位琉球石灰岩：百之台・中西台などの百之台段丘を形成するもので、おおむね百之台層 (波多江ほか, 1964)に對比される。岩質は、多孔質であるが、珊瑚類を多く含む石灰岩からなり、一般に固結・再結晶して非常に堅硬である。



第3図 喜界島地質図

中位琉球石灰岩：長嶺・大朝戸・滝川などの長嶺段丘を形成するもので、おおむね百之台層下部（かつて長嶺層と呼ばれていた）に対比される。岩質は、高位琉球石灰岩と類似している。

低位琉球石灰岩：島の北東部および川嶺・羽里・湾頭原などの川嶺段丘を形成するもので、おおむね湾層に対比される。有孔虫・貝殻などを多く含み、固結度がゆるい砂質石灰岩からなる部分が多い。

このほか、百之台・中西台の東側の花良治・蒲生・阿伝付近および西海岸の小野津・伊砂・坂嶺付近の標高10-30mには、崖錐堆積物が分布している。これらは、いずれも琉球層群に含まれるものであるが、非石灰質の砂礫層からなる。

水天宮山を形成する丘陵一中里一帯、赤連一池治付近、荒木・上嘉鉄・志戸桶・伊実久およびトンビ崎付近には、有孔虫・貝殻および珊瑚類の破片などを主とする砂丘砂層が分布する。これらの砂丘のうち、水天宮山および赤連一池治付近に分布する砂丘の一部は、三位(1965)、三位・木越(1966)、三位(1972)によって古砂丘に区分されているもので、表層部が若干固結し、偽層を形成して板状を呈しているものも見られる。このほかの砂丘は、いずれも新砂丘で、ルーズな砂層からなる。

この島の周囲には、島をとり囲むように隆起珊瑚礁が発達し、海面上5-10mの平坦面（最低位段丘）を形成している。この隆起珊瑚礁は、主として造礁珊瑚からなる完新統の石灰岩で、有孔虫・貝化石などを含んでいる。しかし、琉球石灰岩と同様に多孔質であるが、よく固結して硬い。

喜界島の地形面および地質については、上述のように

区分を行ったが、これらをとりとまとめ、これまでの研究者による区分と対比すると、第1表のとおりである。なお、波多江ほか(1964)の湾層に含まれる大朝戸段丘は、水理地質的観点から長嶺段丘ないし中位琉球石灰岩に包含させた。

#### 4. 地下水および湧水

喜界島の大半を覆う琉球石灰岩は、多孔質で割れ目や空洞が非常によく発達しているため、雨水などは蒸発分を除きほとんどすべてが地下に浸透する。したがって、琉球石灰岩地帯では表流水はほとんど見られない。

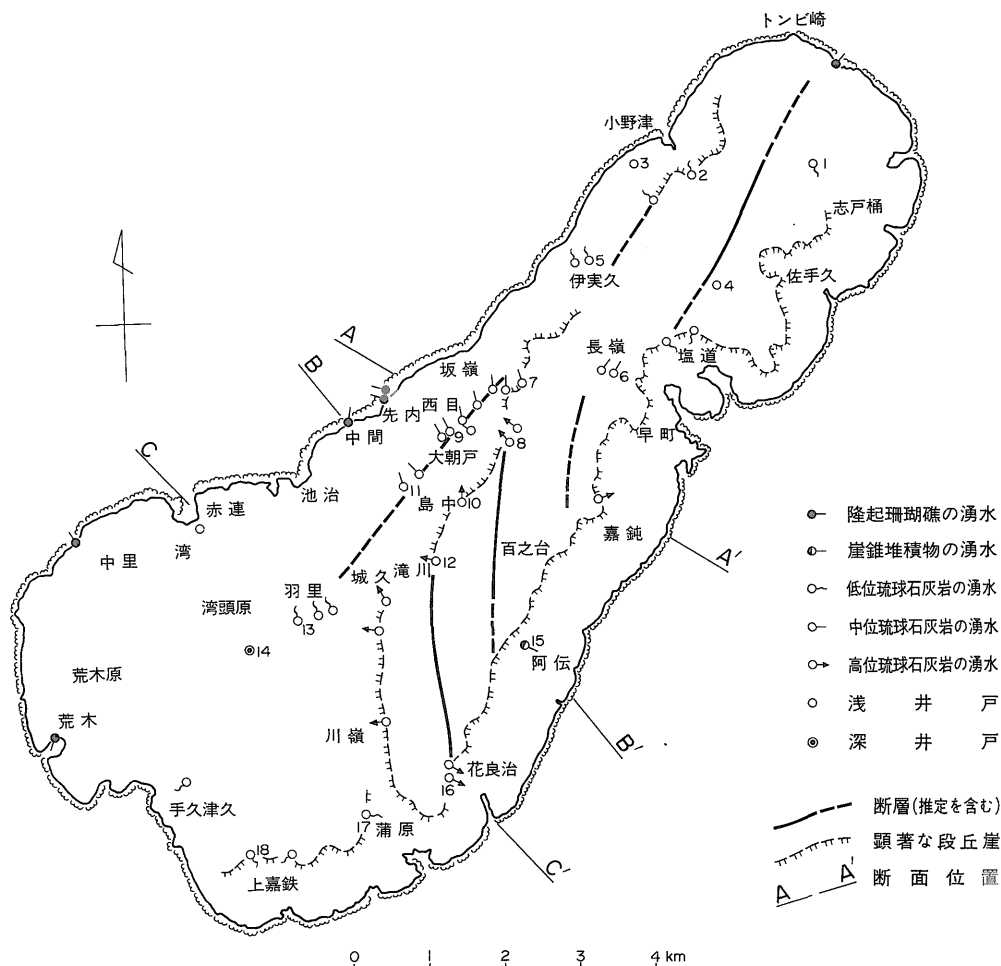
地下に浸透した地下水は、琉球石灰岩の割れ目や空洞などを通して次第に地下深部に伏設し、不透水性基盤をなす島尻層との間の不整合面に沿って傾斜方向に流動している。

各琉球石灰岩の基底部が地表に露出するところ、断崖あるいは段丘崖に沿って、地下水面が地形面と交叉しているところなどでは、地下水が湧水となって地表に湧出している。また、地形の凹地で、地下水面が地表に現われて湧水となるものも存在する。

高位琉球石灰岩からの湧水は、百之台・中西台の東側および西側の段丘崖における島尻層との間の不整合面付近に位置している。とりわけ百之台の西側の城久一滝川一大朝戸南方を結ぶ線上に湧水が多く分布しているのは、百之台における島尻層の上面が、北西側に傾斜しているためと考えられる。これらの湧水のうち、花良治・滝川および大朝戸南方などに点在するものは、断崖に伴う湧水と考えられ、いずれも湧出量が多く（観測記録によればおおむね800-2,000 m<sup>3</sup>/d）、かつ安定している。ま

第1表 喜界島地層・段丘対比表

地層名	地形面		武永 (1968, 1972)	波多江ほか (1964)	中川 (1969 a, b)
	総称	内訳			
隆起珊瑚礁 海浜堆積物	最低位段丘	島の周囲に分布 (標高5-10m)	後水期段丘 (10m段丘)	隆起珊瑚礁(離水珊瑚礁) 低地堆積物	離水珊瑚礁 低地堆積物
崖錐堆積物		百之台段丘崖下・長嶺段丘 西方などに分布 (標高10-30m)			低位段丘堆積物 (低位段丘)
低位琉球石灰岩	川嶺段丘	川嶺・羽里段丘(50-70m) 湾頭原・荒木原(20-30m) 島の北東部(30-50m)	低位段丘	湾層(川嶺・大朝戸段丘)	湾層(川嶺段丘)
中位琉球石灰岩	長嶺段丘	長嶺・大朝戸・滝川段丘 (標高80-100m)	中位段丘	長嶺層(長嶺段丘)	百之台層(百之台・長嶺段丘)
高位琉球石灰岩	百之台段丘	百之台・中西台 (標高150-200m)	高位段丘	百之台層(百之台段丘)	



第4図 喜界島湧水分布図 (数字は分析試料採取地点番号)

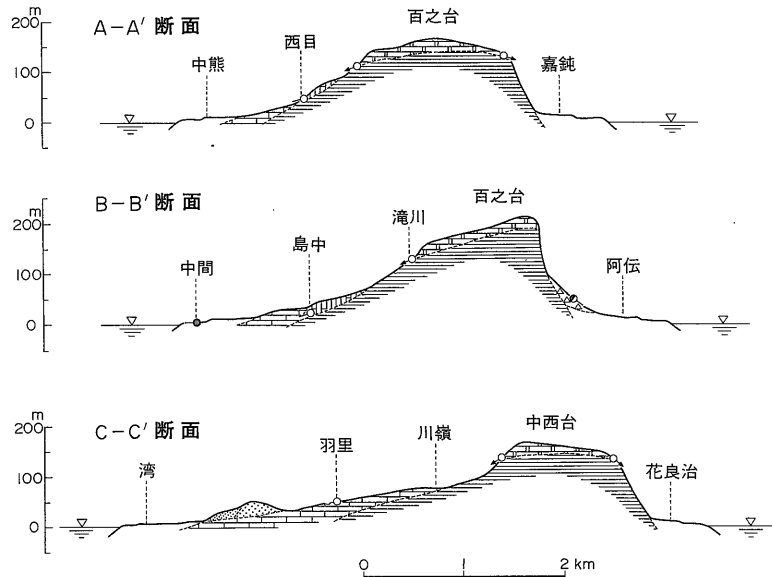
た、大朝戸南方および嘉鈍の湧水は、琉球石灰岩の基底部の空洞に沿って、地下川となって流動しているもので、小規模な鍾乳洞を形成している。

中位琉球石灰岩からの湧水は、この琉球石灰岩の分布範囲が限られているため、島中—大朝戸—西目などを結ぶほぼ一線上に並ぶものと、長嶺付近に分布しているものがあるにすぎない。これらのうち、前者の湧水群は、長嶺段丘を構成する小段丘群の西側の段丘崖に沿って湧出するものである。なかでも大朝戸の湧水群は、この島における第1級の湧水量をもつもの (おおむね 1,000-2,000 m<sup>3</sup>/d) であり、高位琉球石灰岩地帯で見られる花良治—滝川断層の延長線上に位置するものと考えられる。また、長嶺付近の湧水群は、中位琉球石灰岩の基底部からの湧水であるが、いずれも湧水量が少ない (おおむね 100 m<sup>3</sup>/d 程度)。

低位琉球石灰岩に由来する湧水は、この島の周縁部に多く分布している。これらの湧水の多くは、段丘崖に沿うもので、島の北部地区では伊実久・小野津・志戸桶・塩道および早町付近に分布し、また島の西部地区では浦原・上嘉鉄および手久津久付近に分布している。これらのうち、伊実久および浦原の湧水は、湧出量が多く、(おおむね500-2,000 m<sup>3</sup>/d)、かつ比較的安定しているが、そのほかの湧水は、湧出量が少なく (おおむね数 100 m<sup>3</sup>/d以下)、かつ季節による湧出量の変動が大きい。このほか、羽里付近の湧水群は、いずれも地形の凹地に湧出する低位琉球石灰岩上部の地下水面からの湧水で、季節により湧出量が大きく変動し (おおむね数 10 m<sup>3</sup>/d ないし 1,500 m<sup>3</sup>/d)、きわめて不安定である。

百之台の東側の阿伝付近には、崖錐堆積物から湧出する湧水が分布している。この湧水の供給源は、この付近

喜界島の地下水（野間泰二）



第5図 喜界島の断面における湧水の分布状況（凡例は第3図・第4図参照）

の段丘崖では高位琉球石灰岩からの湧水が見られないので、段丘崖の東斜面の雨水などに限られるものと考えられる。したがって、この湧水の湧出量は、きわめて少ない（おおむね数  $10 \text{ m}^3/\text{d}$  程度）。

この島の西海岸および北海岸の荒木・中里・中間・先内および小野津（トンビ崎）付近の海岸の湾入部には、隆起珊瑚礁から湧出する湧水が分布している。これらは、いずれも隆起珊瑚礁の地下水が海水準面によって押し上げられ、地下水面を必然的に押し上げられるような形となって、海岸線付近に湧出するもので、干潮時のみ海面上に湧出しているのが観察される。しかし、この種の湧水は、満潮時においても、直接海水面下に流出するものも考えられ、湧出量を把握することはむづかしい。

この島の西部および北西部地区、すなわち荒木・中里・湾・赤連・池治・中間・先内および坂嶺付近などにおいては、低位琉球石灰岩からの湧水が認められない。これは、この地区の島尻層が地下深所に没しているためと考えられ、低位琉球石灰岩の地下水が、隆起珊瑚礁を通して一部湧水となって海岸に湧出するほかは、直接海水面下に流出しているものと思われる。

### 5. 水質

水理地質的に分類した琉球石灰岩各層の特徴を知る目的で、水温・水比抵抗測定などの水露頭調査と併行して水質の分析を行った。試料の採取は、主として比較的湧出量の多い湧水を対象とし、地層別の差異を適確に把握

するため、広範囲にわたることを考慮に入れる一方、水温・水比抵抗測定の結果などを参考とした。

調査の対象となった水露頭は、総数47点である。このうち高位・中位および低位琉球石灰岩に由来する湧水・井戸は、それぞれ10点・12点および17点であり、他の8点は段丘堆積物および隆起珊瑚礁の湧水・井戸などである。

また、採取試料の総数は18点で、その内訳は、高位および中位琉球石灰岩の湧水が各4点、低位琉球石灰岩の湧水および井戸が8点、段丘堆積物の湧水および隆起珊瑚礁の井戸が各1点である（第4図）。

地下水の水質の特徴は、この島が小さく低平なため、他の小さな島でも見られるように、一般に風送塩の影響を強く受け、全般に  $\text{Cl}^-$  が高い。これは、 $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  および  $\text{Mg}/\text{Ca}$  と  $\text{Cl}^-$  の関係においても見られるように、若干のばらつきはあるが、いずれもほぼ線上にプロットされ、海水混入による水質を示しているものと考えられる（第6図・第7図）。

また、ほとんどの地下水が石灰岩地帯を通るため、一般に硬度が高く、キーダイヤグラムにも示されているように、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  タイプの水質組成を示すものが多い（第8図）。

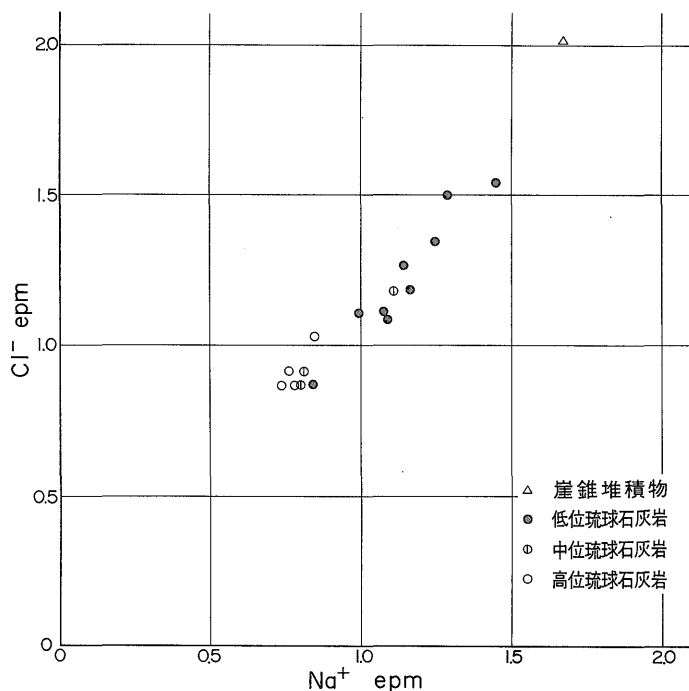
第2表の水質分析結果から、各成分ごとに地層別の平均値を求めたのが、第3表である。なお、地層別の成分頻度を、第9図に示す。

#### 1. 水温

第 2 表 喜界島地下水調

番号	名称	所在地	帯水層の種類	水源の種類	水温 (°C)	水抵抗 (Ω-cm)	pH	Mアルカリ度 (epm)	塩素 Cl <sup>-</sup> (ppm)
1	カミカワ	喜界町志戸桶	低位	湧水 B	21.2	1,250	7.7	1.84	53.2
2	カリマタ	小野津	"	"	19.1	1,610	7.9	1.80	47.6
3	早町製糖水源	"	隆起	浅井戸	15.3	670	8.0	3.72	301.0
4	佐手久簡水水源	佐手久	低位	"	20.2	1,250	7.5	2.48	54.6
5	ウツカア	伊実久	"	湧水 B	20.9	1,370	7.6	2.00	44.8
6	カワバタ	長嶺	中位	湧水 C	20.1	1,720	7.7	2.00	42.0
7	オオクズレ	坂嶺	"	湧水 B	(11.2)	2,500	8.2	2.84	39.2
8	トリヤマ (2)	"	高位	"	18.2	2,000	7.9	1.72	30.8
9	ウツカア	大朝戸	中位	"	20.8	2,270	8.1	2.16	32.2
10	タンクビ	"	高位	湧水 A	19.9	2,500	8.2	2.05	30.8
11	生和糖業水源	島中	中位	"	20.3	2,130	7.9	1.88	30.8
12	ナガオダイ	滝川	高位	湧水 B	19.8	2,700	8.3	1.98	32.2
13	ハーイー	羽里	低位	湧水 C	20.9	1,330	7.5	2.28	38.6
14	西部地区簡水水源	湾頭原	"	深井戸	21.3	1,430	7.5	2.32	30.8
15	イゾミ	阿伝	崖錐	湧水 T	20.3	1,250	7.8	2.05	71.4
16	ツムトンガ	花良治	高位	湧水 B	(17.2)	2,440	8.1	2.00	36.4
17	メンカー	蒲原	低位	"	20.7	1,750	8.1	4.16	42.0
18	ヤマガワ	上嘉鉄	"	"	21.3	1,370	7.6	2.24	39.2

注 1) 帯水層の種類, 高位: 高位琉球石灰岩, 中位: 中位琉球石灰岩, 低位: 低位琉球石灰岩, 崖錐: 崖錐堆積物, 隆起: 隆起珊瑚礁。  
 注 2) 水源の種類, 湧水 A: 空洞内を地下川となって流れる洞穴水, 湧水 B: 段丘崖など地形の急斜面からの湧水, 湧水 C: 地形の凹地に地下水  
 注 3) 水温の ( ) は湧出地点から下流側で測定。



第 6 図 喜界島地下水の水質 (1) Na<sup>+</sup> と Cl<sup>-</sup> の関係



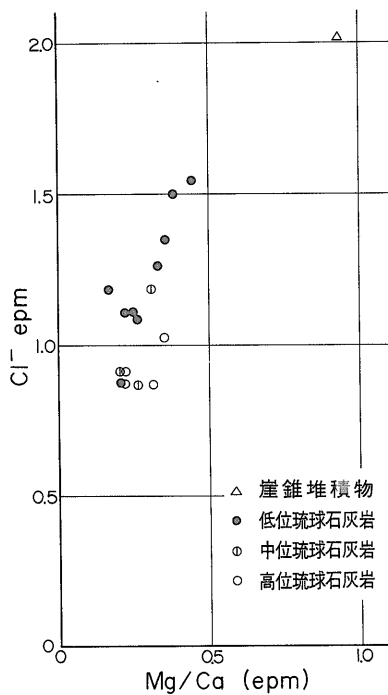
喜界島の地下水 (野間泰二)

査水質分析結果表

(水質分析: 後藤準次技官)

硫酸 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	ナトリウム Na <sup>+</sup> (ppm)	カリウム K <sup>+</sup> (ppm)	全鉄 total Fe (ppm)	マンガン Mn <sup>2+</sup> (ppm)	カルシウム Ca <sup>2+</sup> (ppm)	マグネシウム Mg <sup>2+</sup> (ppm)	全硬度 (CaCO <sub>3</sub> ) (ppm)	備考
42	29.6	0.8	0.10	0	44.9	10.5	155.3	志戸桶簡水水源
50	28.6	0.9	0.04	0	44.7	9.7	151.5	雁股の泉
91	159.9	15.5	0.15	0	63.7	43.6	338.5	
41	33.2	0.7	0.00	0	49.4	13.3	178.1	
38	26.2	1.5	0.33	0	49.9	9.9	165.3	
19	25.5	0.9	0.07	0	39.5	7.3	128.6	
15	24.8	1.6	0.14	0.02	46.3	6.4	141.9	
5	18.0	0.6	0.31	0	27.6	5.2	90.3	
9	18.5	0.6	0.07	0	40.9	5.1	123.2	
5	16.8	0.9	0.06	0	35.8	4.6	108.3	
8	18.3	1.0	0.04	0	34.1	5.4	107.4	浅井戸+鐘乳洞
5	17.5	0.7	0.09	0	36.4	4.7	110.2	西部地区簡水水源
28	25.0	3.3	0.05	0	50.5	7.9	158.6	
25	19.2	0.7	0.09	0	60.5	7.4	181.6	φ200mm×40.5m
42	38.3	3.5	0.12	0	28.2	15.9	135.8	
8	19.5	0.8	0.18	0	33.5	7.1	112.9	
22	26.7	3.3	0.07	0	76.4	7.9	223.3	
45	22.8	0.6	0.99	0	60.5	9.0	188.1	上嘉鉄簡水水源

を形成する湧水、湧水T: 崖錐堆積物からの湧水。



第7図 喜界島地下水の水質 (2) Mg/Ca と Cl<sup>-</sup> の関係

調査時期が1月中-下旬であるが、湧水の水温は、18.0-21.4℃の範囲であり、高位琉球石灰岩から中位・低位琉球石灰岩へと若干高くなる傾向が認められる。

2. 水比抵抗

水比抵抗は、琉球石灰岩地帯においては 1,250-2,700 Ω-cm の範囲にあり、高位琉球石灰岩から中位・低位琉球石灰岩へと減少する傾向が見られる。また、隆起珊瑚礁地帯においては、海水の影響を受けており、その値は 600 Ω-cm あるいはそれ以下ときわめて低い。

陰イオン

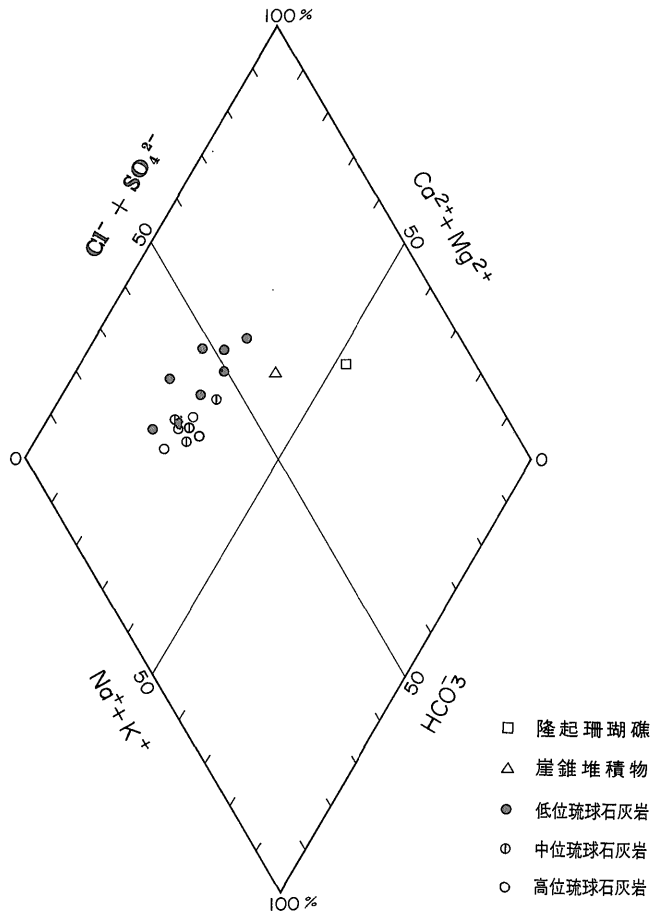
1) Mアルカリ度

Mアルカリ度は、早町製糖水源・メンカーの一部の異常値を除けば、その値は1.72-2.84 epm の範囲である。各地層とも大きな差は認められないが、高位琉球石灰岩から中位・低位琉球石灰岩へ向かって若干増加する傾向がある。

2) Clイオン

Cl<sup>-</sup> は、全般に高く、琉球石灰岩地帯においては30.8-54.6 ppm を示しており、Mアルカリ度と同様な傾向を示している。また、隆起珊瑚礁地帯においては 301 ppm と高く、塩水の浸入が考えられる。

3) SO<sub>4</sub>イオン



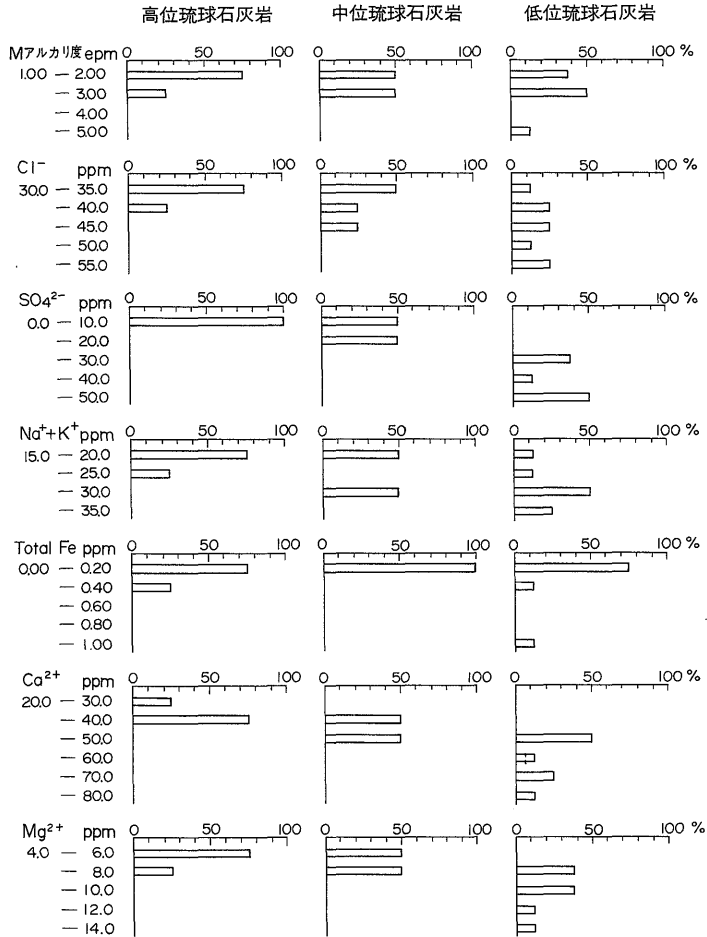
第8図 喜界島地下水の水質組成を示すキーダイアグラム

第3表 喜界島地下水地層別成分平均値表

	高位琉球石灰岩	中位琉球石灰岩	低位琉球石灰岩
水 温 (°C)	19-20	20±	20-21
水 比 抵 抗 (Ω-cm)	2,000-2,500	1,700-2,200	1,300-1,600
pH	8.1	8.0	7.7
Mアルカリ度 (epm)	1.94	2.22	2.39
Cl⁻ (ppm)	32.6	36.1	43.9
SO₄²⁻ (ppm)	5-8	8-19	22-50
Na⁺ (ppm)	18.0	21.8	26.4
K⁺ (ppm)	0.7	1.0	1.4
total Fe (ppm)	0.06-0.31	0.04-0.14	0.00-0.99
Ca²⁺ (ppm)	33.3	40.2	54.6
Mg²⁺ (ppm)	5.4	6.1	9.5
全 硬 度 (CaCO₃ppm)	105.4	125.3	175.2

注) 水温および水比抵抗は全水露頭についての平均を求めた。

喜界島の地下水（野間泰二）



第9図 喜界島地下水地層別化学成分頻度分布図

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>については、含有量の値にかなりの幅が見られる。とくに、地層別の値の差が大きく、高位琉球石灰岩の値が8 ppm以下（平均6 ppm）であるのに対し、中位琉球石灰岩の値は平均12 ppm、低位琉球石灰岩の値が22 ppm以上（平均36 ppm）と順次高くなっている。

陽イオン

1) Na, K イオン

Na<sup>+</sup>およびK<sup>+</sup>は、琉球石灰岩地帯においては、佐手久簡水水源・ハーイー・メンカーの一部の異常値を除けば、Na<sup>+</sup>は16.8-29.6 ppm、K<sup>+</sup>は0.6-1.6 ppmの範囲である。各地層間に若干の差が見られ、高位琉球石灰岩から中位・低位琉球石灰岩へと増加する傾向がある。また、隆起珊瑚礁地帯においては、Cl<sup>-</sup>と同様に、Na<sup>+</sup>約160 ppm、K<sup>+</sup>15.5 ppmと、きわめて高い。

2) total Fe

total Feは、ウッカア（伊実久）・トリヤマ(2)・ヤマ

ガワを除けば、各地層とも含有量が少なく、いずれも0.18 ppm以下である。

3) Ca, Mg イオン

Ca<sup>2+</sup>およびMg<sup>2+</sup>は、琉球石灰岩地帯においては、佐手久簡水水源・メンカーの一部の異常値を除けば、Ca<sup>2+</sup>は27.6-60.5 ppm、Mg<sup>2+</sup>は4.6-10.5 ppmの範囲である。いずれも石灰岩地帯特有の水質を示しており、かつSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>と同様な傾向が見られる。また、隆起珊瑚礁地帯においては、Cl<sup>-</sup>と同様に、Mg<sup>2+</sup>が43.6 ppmと異常に高い。

6. 地下水の利用現況および開発

喜界島は、琉球石灰岩からの湧水が各所に分布しているため、古くから飲料用・農業用その他に、これらの湧水の多くが利用されてきた。また、湧水に恵まれない島の西部の低地帯などにおいては、一部浅井戸による地下

水の利用が行われていた。一方、昭和43年頃から深井戸による農業用水源および簡易水道水源の開発が進められ、深井戸地下水が揚水利用されるようになった。

湧水は、必ずしも各部落の近くに分布しているとは限らず、しかも季節による湧出量の減少、枯渇などの現象もあり、とりわけ生活用水の確保が望まれてきた。

簡易水道は、昭和34年度川嶺地区から敷設が開始され、現在14地区、29部落(給水人口約10,000人)に普及している。このうち、中間および荒木・中里の2地区と西部地区の一部の簡易水道水源に深井戸水源が使用されているほか、すべて湧水を水源としており、取水量は約2,000 m<sup>3</sup>/dに及んでいる。

西部地区簡易水道は、湾・赤連・滝川・島中および羽里の5部落に給水するこの島最大の施設(給水人口約3,600人)で、滝川の湧水(No. 12, ナガオダイ)および湾頭原の深井戸(No. 14, 口径200 mm, 深度40.5 m)を水源としている。

農業用水は、各所に分布する湧水を導水し、主として畑地かんがい用を使用しているほか、深井戸水源による地下水も揚水利用している。

工業用水は、池治所在の製糖工場(分密糖)の使用量が最も多く、製糖期の淡水源として、島中の浅井戸(No. 11)によって、深度23 mの洞穴水(流量約2,000 m<sup>3</sup>/d)を揚水し、約700 m<sup>3</sup>/d使用している。このほか、冷却用として海水を約18,000 m<sup>3</sup>/d使用しているが、その一部のドレンからの排水を、淡水源として循環利用している。

また、小野津所在の製糖工場(含密糖)は、冷却用および洗滌用などの工業用水として、同工場敷地内の浅井戸(No. 3, 口径2 m, 深度6 m)を水源としている。

この島の湧水は、琉球石灰岩からのものが大半を占めており、しかもその多くは簡易水道水源および家庭用飲料雑用あるいはかんがい用として利用されている。一方、湧水のなかには、季節によって湧出量がかなり増減するものが多く、自然状態のままの湧水の利用は、必ずしも有効とはいえない。したがって、琉球石灰岩からの湧水の効果的な取水ないし貯水・利用を考えるべきであろう。その際、断面図(第5図)にも示されていて明らかなように、例えば百之台の高位琉球石灰岩からの湧水が中位琉球石灰岩へ伏没し、西目・大朝戸・島中などの湧水となって、再び地表へ湧出する現状などについても、十分考慮する必要がある。

地下水開発においては、地下水が湧水と同一帯水層であるとの観点から考えるべきで、湧水となって利用されていない地下水、すなわち直接海面下に流出している

と考えられる地下水を対象とすべきである。この観点からみると、地下水開発の候補地としては、島の西部ないし北西部の低位琉球石灰岩地帯があげられ、なかでも湾頭原および荒木原が有望視される。

## 7. まとめ

1) 喜界島は、南西諸島を形成しているいわゆる琉球弧の外帯に属し、新第三系鮮新統の島尻層を基盤として、その上位を広く琉球石灰岩で覆われている。

2) この島は、段丘地形が発達しており、これらは地形面から百之台・長嶺・川嶺および最低位段丘の4段丘に大別される。

3) 琉球石灰岩は、地形面および水理地質的観点から、高位・中位および低位琉球石灰岩の3層に大別することができ、それぞれ百之台層・長嶺層および湾層にほぼ対比される。

4) 琉球石灰岩各層の基底部付近、断層崖あるいは段丘崖に沿うところなどには、多くの湧水が分布している。これらの湧水のうち、断層あるいはその延長線上に位置するものは、一般に湧出量が多く、かつ比較的安定している。

5) 地下水の水質の特徴は、風送塩の影響を強く受けて全般にCl<sup>-</sup>が高く、かつほとんどが石灰岩地帯の湧水であるために一般に硬度が高い。また、琉球石灰岩各層によって水質の差異が認められる。すなわち、total Feを除く各成分の含有量は、一般に高位琉球石灰岩から中位・低位琉球石灰岩に向かって順次増加する傾向があり、とりわけSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>・Ca<sup>2+</sup>・Mg<sup>2+</sup>の変化が大きい。

6) この島に分布する多くの湧水は、簡易水道水源のほか家庭用飲料雑用・かんがい用などに利用されているが、その量は必ずしも充分とはいえない。今後の水需要に対しては、これらの湧水の効果的な取水ないし貯水・利用を考えるべきであろう。

7) 今後の地下水開発は、直接海面下に流出していると考えられる地下水を捕捉すべきで、低位琉球石灰岩地帯の湧水が認められない湾頭原および荒木原が候補地にあげられよう。

## 文 献

- HANZAWA, S. (1935) Topography and geology of the Riukiu Island. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 2nd Ser. (Geol.), vol. 17, p. 1-61.
- 波多江信広 (1955) 鹿児島県宇治群島および草垣島の地質. *地学雑誌*, vol. 64, p. 14-26.
- ・中川久夫・大西富雄・竹崎徳男・郡山榮

- (1964) 喜界島水資源調査報告書. 10 p., 鹿児島県.
- 鹿児島地質調査研究会 (1959) 鹿児島県奄美群島の地質並びに地下資源概観—20万分の1地質図説明書—. 22 p., 鹿児島県.
- 鹿児島大学農学部農工会 (1966) 振興事業水資源調査報告書 (喜界町滝川地域). 20 p., 鹿児島県.
- 小林 嵩・品川昭夫・市来征勝 (1968) 南西諸島の土壤に関する研究—3, 沖永良部島・与論島および喜界島の土壤の一般理化学的性質について. 鹿児島大学農学部 学術報告, no. 18, p. 93-131.
- KONISHI, K. (1963) Pre-Miocene Basement Complex of Okinawa, and the Tectonic Belts of the Ryukyu Island. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, vol. 8, p. 569-602.
- 小西健二 (1965) 琉球列島 (南西諸島) の構造区分. 地質学雑誌, vol. 71, p. 437-457.
- 小藤文次郎 (1897) 琉球弧島の地質構造. 地質学雑誌, vol. 5, p. 1-12.
- 九州農政局計画部資源課 (1977) 農業用地下水調査開発調査. 喜界地区水理地質図.
- MAC NEIL, F. S. (1960) Tertiary and Quaternary gastropoda of Okinawa. *U.S. Geol. Surv., Prof. Paper*, 339, p. 1-148.
- 松本達郎・野田光雄・宮久三千年 (1962) 日本地方地質誌. 九州地方. 423 p., 朝倉書店.
- 三位秀夫 (1965) 海岸砂丘の形成について. 第四紀研究, vol. 4, p. 5-12.
- (1972) 奄美群島・喜界島の石灰質海岸砂丘砂について. 三位秀夫博士遺稿・論文選集, p. 39-42.
- ・木越邦彦 (1966) 奄美群島喜界島の旧汀線堆積物と海岸砂丘との<sup>14</sup>C年代——日本の第四紀層の<sup>14</sup>C年代X X V III——. 地球科学, 82, p. 43-45.
- 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). 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, no. 63, p. 1-39.
- (1969 a) 奄美群島徳之島・沖永良部島・与論島・喜界島の地質(2). 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, no. 68, p. 1-17.
- (1969 b) 琉球列島における第四紀海水準変化. 地学団体研究会専報, no. 15, 日本の第四系——第四紀総合研究論文集——, p. 429-435.
- 武永健一郎 (1968) 喜界島の地形・地質. 奄美群島自然公園予定地基本調査書, p. 263-285.
- (1972) 気象地形としてのサンゴ礁地形. 東北地理, vol. 24, p. 68-73.

(受付: 1977年6月9日; 受理: 1977年7月4日)