

沖 縄 の 地 盤

松 井 彰*
横 山 晃 泰**

1. 概 説

沖縄と琉球との区別如何、ということがよくいわれるが、これは本来同じものである。すなわち歴史的にみて中国風では琉球、日本風では沖縄という2つの呼び名が使われてきた。地図の上でみると、鹿児島から台湾までの間に点々と連なっている島が、いわゆる琉球列島であり、北から順に、吐喝喇群島、奄美群島、沖縄群島、宮古群島および八重山群島の5つの群島から成り立っている。

地理的には、琉球なる名は鹿児島以南の島の総称なのであるが、政治的には、北緯27度線という見えざる国境線を境として、それより南、台湾に至るまでの大小60余の島（沖縄群島、宮古群島および八重山群島）のことをいうことになる。政治上の琉球の総面積は2388km²で、ほぼ神奈川県の大きさである。ここに98万人の沖縄県民が住み、そのうち84万人が沖縄本土に住んでいる。ちなみに、その人口密度は373人/km²で、これは世界最大の数値である。

気象・海象面からみると、小さな島の連続であるため亜熱帯性島嶼気候（海洋性）で、気温の変化は1年中の格差も1日中の格差も、ともに少ない。気温の平均は真冬15~18°C、真夏27~29°Cであるが、日射が激しく、また、黒潮の流れに沿っているため湿度が高く、蒸し暑い日が多い。那覇市の年間平均湿度は79.2%である。降雨量は年平均2200~2300mmで、日本本土に比べてはるかに多い。とくに、5~6月の梅雨期と台風の影響のある8月に集中している。また、沖縄地方は、東南アジアにおける亜熱帯季節風地帯に属するため、夏には熱帯性低気圧が頻繁に発生し、強雨・強風をもたらしている。しかしながら、台風による被害は日本本土よりも少ない。これは沖縄には氾濫するような河川もなく、また

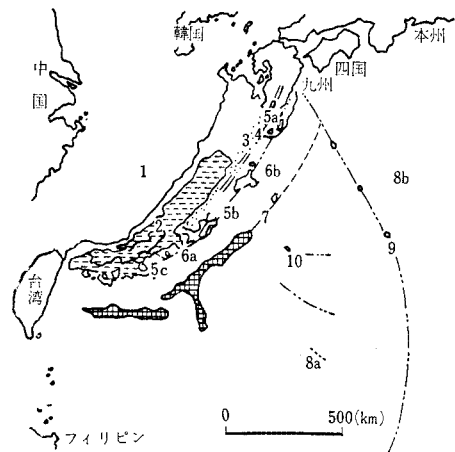
山崩れも小規模であり、さらに入江がないから、高潮・津波の心配もなく、そのうえ、沖縄の住宅は耐風建築になっている（納屋の一種である高倉など）からである。

また、最高潮位は平均水面上208cm、地震は震度4以上の記録はこれまでのところはない。

2. 琉球列島の地形・地質

琉球列島は一名琉球弧とも呼ばれ、^{はなづる}花綵列島をつくる代表弧—朝鮮・琉球弧—の南半分にあたり、九州と台湾との間にあって、北東から南西に連なる長さ約1200kmにも及ぶ列島から成り、その凹面部は東支那海に、凸面部は太平洋に面している。この琉球弧の成因は、大陸のほうから太平洋に向かって加えられた圧力に起因する地殻運動の結果である、とされている。

この琉球列島とその周辺は、次のような地形区（地質構造区）に区分される（図—1 参照）。



(小西・1965年)

図—1 琉球列島およびその周辺の地形区

- ① 東海陸棚区 (Tungkai Shelf)
- ② 琉球後背海盆区 (Ryukyu Hinterbasin)

*正会員 (株)日建設計 土木業務所 監理部長

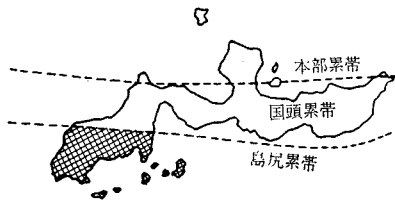
**正会員 工修 (株)日建設計 土木業務所 設計部

- ③ 古期琉球火山岩区 (Paleo-Ryukyu Volcanic Belt)
- ④ 琉球火山帯または霧島火山帯 (Ryukyu Volcanic Belt or Kirishima Volcanic Belt)
- ⑤ 琉球地背斜区 (Ryukyu Geanticline)
 - 1) 東北琉球 (Northeast Ryukyus) ……大隅群島
 - 2) 中部琉球 (Central Ryukus) ……沖縄・奄美大島群島
 - 3) 西南琉球 (Southwest Ryukyus) ……先島群島
- ⑥ 宮古凹地 (Miyako Depression) と吐喝喇海峡 (Tokara Channel)
- ⑦ 琉球海溝 (Ryukyu Trench)
- ⑧ フィリピン海盆地 (Philippine Sea Basin)
 - 1) 西部フィリピン海盆地
 - 2) 東部フィリピン海盆地
- ⑨ 九州パラオ海底山稜 (Kyushu-Palau Ridge)
- ⑩ 大東山地区 (Daito Mountains)

このうち、琉球列島として海上に露出する岩体のほとんどは、③、④および⑤の地形区に属するものである(東支那海の尖閣列島および大東山地区を除く)。さらに琉球列島のおもな島々を含む琉球地背斜区は、内側から外側に向かって、表-1 に示す6つの構造累帯に分けられる。なお、図-2 にみられるように、沖縄本島ではそのうち、本部累帯・国頭累帯・島尻累帯の3つの帯状構造に分類される。

表-1 琉球地背斜区の構造累帯 (小西・1965年)

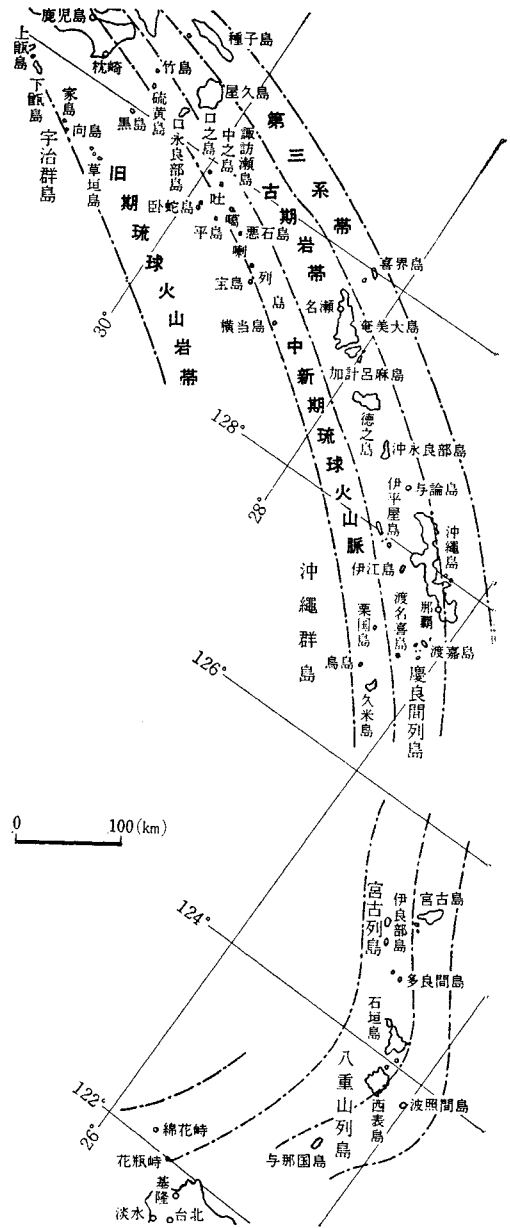
名称	備考
① 瓶島累帯 (Koshikijima Belt)	
② 石垣累帯 (Ishigaki Belt)	
③ 本部累帯 (Motobu Belt)	古生界の堆積岩類 (石灰岩・チャート・砂岩・頁岩・凝灰岩) と緑色岩類 (輝緑岩・斑岩, その上に第三系始新統 (宮良層) が存在)
④ 国頭累帯 (Kunigami Belt)	複雑に褶曲し、緑色片岩相の結晶片岩類、千枚岩類から成る累帯と砂岩・頁岩の単調な繰り返りから成る厚い累帯 (嘉徳層と名護層)
⑤ 島尻累帯 (Shimajiri Belt)	中部琉球では地下、東北琉球では火山島の基盤岩類・天願断層を境として以南の部
⑥ 熊毛累帯 (Kumage Belt)	



(小西・1965年)

図-2 沖縄本島帯状構造

次に、図-3 に示すように、この琉球列島は地質構造上凹部側より、旧期琉球火山岩帯 (中生層で、輝石安山



(波多江・1955年)

図-3 琉球列島地質構造図

岩および同集塊溶岩より成り、ときに砂岩やシルト岩が補獲されることもある)、中新期琉球火山脈(内帯:吐喝喇列島・鳥島・粟国島・久米島および台湾基隆北方の彭花島・花瓶島を連ねる帯で、開聞岳・桜島御岳・霧島火山・阿蘇山はその北方延長であり、台湾北端の大屯火山はその南方延長である)、古期岩帯(中帯:古生代二疊期ペルム紀の層で、主として粘板岩・砂岩・輝緑凝灰岩などから成り、ときに火成岩で貫ぬかれている。屋久島・奄美大島・徳之島・与論島・沖縄北部・古宇利・伊江・

瀬底・屋我地・伊平屋・慶良間・石垣・西表などを連ねる帯で、琉球列島の基盤岩を成す、および第三系帯(外帯：第三系およびそれ以後の若い地層からなり、種子・馬毛・喜界・沖縄中部および南部・与那国・波照間島などを連ねる帯)に分けられる。なお、内帯・中帯で、沖縄と石垣島の間が著しく離れているのは、この間に大きな構造線(先述の宮古凹地)があるため、と考えられている。

琉球列島の地史を表-2に一覧表にして掲げておく。一般に沖縄と総称されているのは、前述のいわゆる琉球列島のうち、ほぼその真中以南を占める沖縄・宮古・八重山の3群島、東支那海上の尖閣列島(魚釣島・黄尾礁・赤尾礁等)、および太平洋上に浮かぶ北・南・沖の3

表-3 琉球列島地質層序表(半沢:1935)

沖積世	現世堆積物 (Recent deposits) 隆起さんご礁および (Raised coral reefs and raised 隆起海浜堆積物 beach deposits)
更新世	國頭礫層 (Kunigami gravel)
下部更新世 ~上部鮮新世	琉球石灰岩 (Liuku limestone)
下部鮮新世	祖納礫岩 (Sonai conglomerate) 祖納層群は八重山夾炭層群と断層 島尻層群 (Shimajiri beds)
下部中新世 フルディガリアン	八重山夾炭層群 (Yaeyama coal-bearing beds)
上部始新世	宮良層群 (Miyara beds)
	中生層? (Palaeozoic and Mesozoic(?) formations) 古生層

表-2 琉球群島の地史一覧表

区分	地質時代		地質変動		備考
	世界	琉球	琉球群島	日本	
1	古生代 (二疊紀)		琉球群島の主軸山脈の核心成る		奄美大島・沖縄本島北部伊平屋列島・慶良間列島石垣島・小浜島成る
2	中生代 上部二疊紀 下部中生代		火成岩噴出し地殻変動を起こす。大気の風化作用を受ける		地層の歪曲・褶曲・断層等を生ず。脊梁山脈は数個の山塊に分割さる
3	新生代古 第三期前期	宮良期	陸地下降す。宮良層堆積	秋津期	琉球群島大部分海中に没す
4	新生代古 第三期後期		陸地上昇す。宮良層海上露出	高千穂期	
5	新生代新 第三期前期	八重山期	陸地降下す。八重山夾炭層堆積		八重山夾炭層下部に火山灰の薄層あり
6	新生代新 第三期中期	島尻期	島尻層・祖納礫層堆積す。火山爆発	瑞穂期	琉球群島の大部分海中、トカラ列島鳥島・粟國島久米島爆発。
7	新生代新 第三期後期	後島尻期	陸地著しく上昇す	矢部教授説大陸時代	全日本・琉球群島・台湾アジア大陸接続、約 700 m 上昇 琉球群島の交山の山頂のみ海面上にあり。約 720 m 沈下
8	新生代新 第三期後期	同上	陸地著しく降下す。造礁珊瑚繁殖		
9	新生代第四 期洪積期	琉球期	陸地上昇す。琉球石灰岩海上露出		
10	新生代第四 期洪積期中期	後琉球期	陸地降下す。	敷島期	
11	新生代第四 期洪積期後期	國頭期	陸地上昇す。國頭礫層露出		
12	新生代第四 期沖積期前期	後國頭期	陸地降下す。沿岸に礁礁		各島 20m 以上沈下
13	新生代第四 期沖積期前期		陸地上昇す。隆起珊瑚礁露出		各島 2~20m 上昇。海岸段丘(ベンチ)作る

大東島を含む大小 60 あまりの島々から成っており、北緯 24° から 27° にあり、北回帰線の北側に位置するものである。これら琉球列島の地質層序は表-3 に示すようである。

3. 沖縄群島の地形・地質

沖縄本島は、前記琉球列島のほぼ真中に位置し、南北に 80 km、東西に 5 km の縦に長い島で、その面積は 1 290 km²、琉球列島全体の 62.8% を占めている。

地形的にみると、北部は中央に西銘岳(標高 420 m)、与那覇岳(同 498 m)、伊湯岳(同 449 m)などの 300~500 m 級の高くはないが急峻な山地が縦走し、断崖状を呈する東海岸をはじめとして、これらの山が海に迫り、このため平地に乏しく、わずかに本島のつけ根、名護町・羽地村一帯に沖積平野がみられる程度である。北部の河川は中央の山地を境に、東に奥川・安波川・福知川などが流れをなし、西に辺野喜川・与那川・大保川などがある。中部は標高 100~200 m 程度の丘陵が中央を走り、比較的平地も多く、河川としては比謝川・天願川などがある。南部は主として標高 200 m 以下の丘陵地帯で、安里川・国場川の流れる那覇市を中心として平地が開けている。

地質的には沖縄本島は先述の地史一覧表(表-2)にみられるように、中生代初期の火山活動によってその原形が形づくられ、その後あいつぐ地殻の変動を経て新生代第三紀に水没し、ここでいわゆる島尻粘土層の堆積をみ、その後第四紀にかけて地殻の隆起変動による石灰質層の沈積・浸食が行なわれ、粘土層の沈積を経て、珊瑚礁の海岸が形成されたものである。

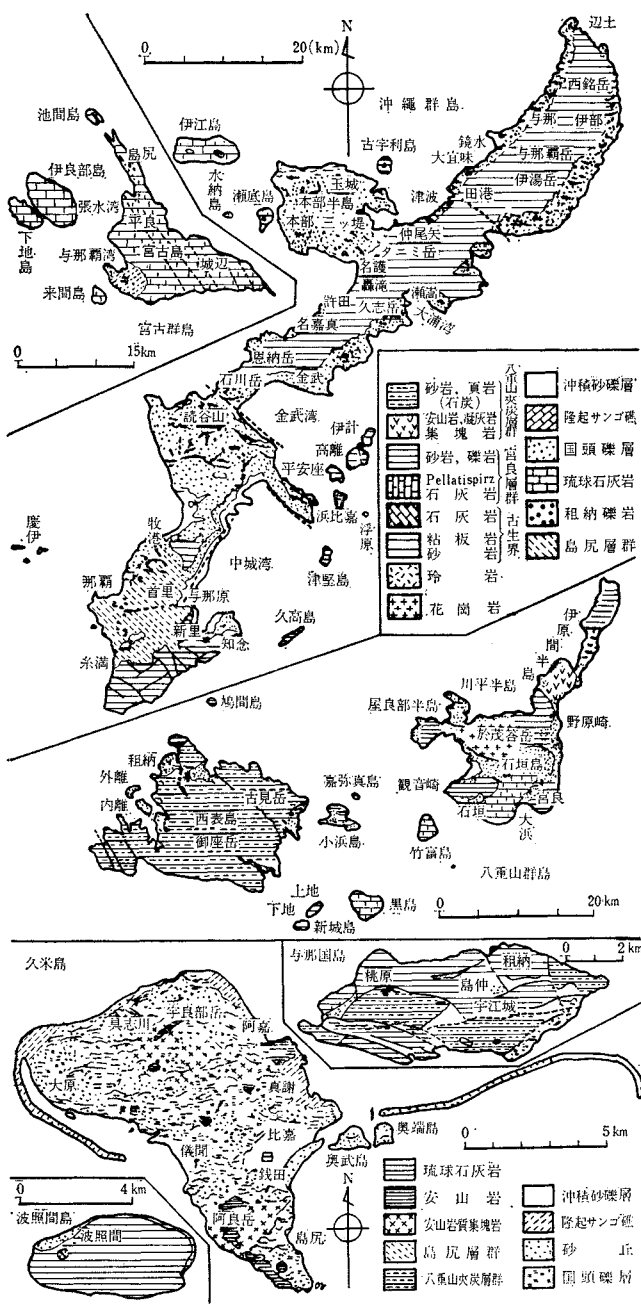


図-4 琉球列島の地質図

図-4 に示されているように、沖縄本島には、古生層・玢岩・島尻層群・琉球石灰岩・国頭礫層および隆起海浜堆積物がある。その層序表を表-4 に示す。

古生層は、本島中部以北に広く発達するほか、瀬底・伊江・古宇利各島の一部に発達し、主として粘板岩・砂岩などの堆積層より成り、ひどくもめているが、一般走向 (strike) は北東で、北西に傾斜 (dip) する。本島で

は、接触変成作用により点紋粘板岩やホルンフェルスになっているところもある。先述の本部半島をはじめ、北端の辺土・鏡水・田港・古宇利島・瀬底島・伊江島などの西海岸地区には、結晶質石灰岩が発達している。これは、緻密に結晶した硬質の石灰岩で、黒色～灰白色を呈し中には褐色を呈するものもある。コンクリート骨材、セメントの原料、アスファルト舗装用バラストとして利用されている。

玢岩は、西部の与那・津波・三ッ堤・名護・轟滝・許田・名嘉間付近に、古生層を貫ぬいて点々と露出する。

島尻層群は南部に広く発達するほか、本部半島基部にも発達する。首里付近ではひどくしゅう曲しているが、その他では一般に低角度で種々の方向に傾斜している。表-4 に示されているように、この島尻層群は与那原粘土層と新里凝灰岩層に分かれるが、島の北西部ではこれらは欠如しているものと思われる。新里凝灰岩層上には不整合をへだてて、北西部では仲尾矢砂層、南東部では知念砂層が載るが、中部では欠如している。

琉球石灰岩は、多くは白色～淡黄色で、南部および付属島のほか、中部の東海岸に段丘をなして発達する。基底部にはしばしば礫岩が発達する。これは、さらに下位より那覇石灰岩・読谷石灰岩および牧港石灰岩の順で重なり、各層は互いに不整合関係にある。

以上の島尻層群および琉球石灰岩についてはのちに詳述する。

国頭礫層は、那覇以北の標高 80~100 m 段丘上に古生層や琉球石灰岩を不整合におおひ、あるいは那覇・読谷両石灰岩に対し側方に移化、あるいは舌状に夾在する厚さ数 m 程度の赤色または褐色を呈する同時代の海底堆積物の部分あるいはその風化残留物である。

隆起海浜堆積物は、北部西海岸の大宜味付近・水納島、中部東海岸の瀬嵩付近・浮原離・久高島・慶島などに発達し、隆起海食台上に堆積する薄い固結した石灰質堆積物あるいは平地沖積層および河口性堆積物である。

次に、とくにわれわれにとって関心が深い島尻層群と琉球石灰岩の特質について詳述する。

(1) 島尻層群

島尻層群の大部分をなす南風原部層中の海成青灰色の

表一四 沖縄本島地質層序表 (F.S. Macneil 1960, ほか)

第四紀	沖積世	隆起海浜堆積物	平地沖積層および河川性堆積物, 薄い固結した石灰質堆積物
	洪積世		牧港石灰岩 (20~30m)・読谷石灰岩 (30~50m)
第三紀	鮮新世	琉球石灰岩	那覇石灰岩 (100m 前後: 基礎は知念砂岩)
	中新世	島尻層群	新里層 (250m): 下部は砂質シルトをはさむ白色粗粒の凝灰岩層, 上部は砂質および凝灰質シルト
			与那原層
(古生層)		小禄部層 (60m): 帯緑灰色の微砂岩と砂泥の互層で大気の影響を受けた古生層の削面に直接連なる	主として粘板岩・砂岩より成る。一部は花崗岩・斑岩・玢岩などの火成岩により貫入を受けている

泥灰岩, いわゆる島尻粘土 (Shimajiri Clay) の特性についてまず述べる。一般に, 島尻粘土はわずかに石灰分を含み, 土質的には Silty clay に分類され, 泥灰岩状をなし, “blue mud”あるいは“blue clay”とも呼ばれている。これは, 表層のごく一部を除いて緻密で硬く, 30 cm 厚以下の層理がよく発達している。この層理を含めて, 島尻粘土層は全体として, 東~東南落ちの傾斜をなしている。また, 小さな断層が島尻粘土層のところにみられる。

島尻粘土の土質工学的性質について, 以下に箇条書きにして述べる。

① 風化に対して非常に脆く (風化したものは俗称ジャージャーと呼ばれる), その露頭が風化して角礫化し, 明るい黄褐色~灰白色に変色しているのが随所で見受けられた。写真一1 にみられる箇所 (那覇~与那原間の政府道沿い) においては, 風によって上部の泥灰岩が崩落しつつあるのも認められた。また, 写真一2 は与那原町山腹における雨裂跡である。

② 自然状態での含水比は 20~30% と低く, このため乾燥収縮して tension-crack (引張亀裂) が生じ易い。

③ 表層部数 m の風化した部分が水浸すると, 間隙を閉じてひずみを増大させ, 膨張を促し, 表面崩壊の原因となる。一方, 地表面より数 m 以深の自然状態の塊状のままでは含水比もほぼ一定であり, 1~2% の膨張しか認められず崩れる恐れはない。すなわち, 交互の乾湿に会うと著しく脆くなる。

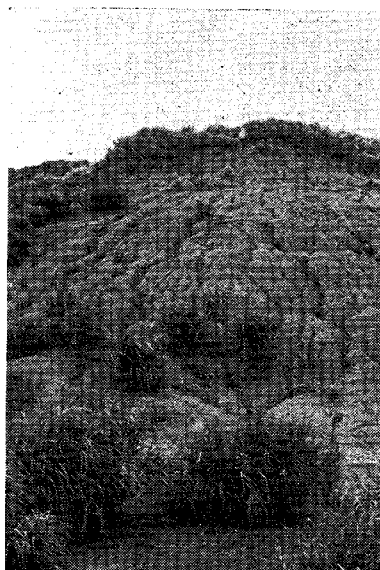
④ 地山での一軸圧縮強度は $q_u=30\sim40 \text{ kg/cm}^2$ で, 支持力(地耐力)の点ではまったく問題がないが, 掘削などにより, いったん粉碎して練り返すと, $q_u=10 \text{ kg/cm}^2$ 以下に低下する。

⑤ 自然地山状態では岩状をなし, 硬いが, つるはし・削岩機などで掘り返し, ブルドーザーで掘削可能であって, 発破を要するほどではない。

⑥ 土壌的性質として, この泥灰岩からは, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO が多く検出され, 中性~微アルカリ性を呈し, 植栽上注意を要する。



写真一1 島尻粘土層の崩落跡



写真一2 島尻粘土層内の雨裂跡

参考のために, 表一5, 図一5~8 に島尻粘土の物理的・力学的性質の一例を示しておく。

また, 一般に島尻粘土の力学的性質は, 次式により算

定するのが妥当のようである。

一軸圧縮強度： $q_u = N/4 \sim N/5 (\text{kg/cm}^2)$ (N : N 値)

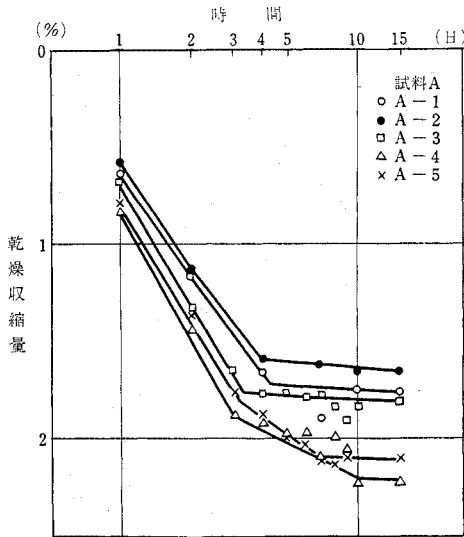
表-5 島尻粘土の物理的・力学的性質の一例

比 2.785		重	液性限界 58.59%	塑性限界 22.71%	収縮限界 20.70%
2mm以下	砂分(%) 2723	シルト分(%) 47.67	粘土分(%) 25.00	三角座標分類 粘土質ローム	統一分類 CH
突固め試験	OMC 22.91%	r_d max 1539 kg/m ³	7日 q_u 3.83 kg/cm ²	7日変形係数 22.3 kg/cm ²	
CBR 試験	OMC 19.22%	r_d max 1711 kg/m ³	修正 CBR 7.4%	4日水浸膨張 比 55回 ~ 2.2% 10回 ~ 2.8%	

注：静的弾性係数 (kg/cm²)

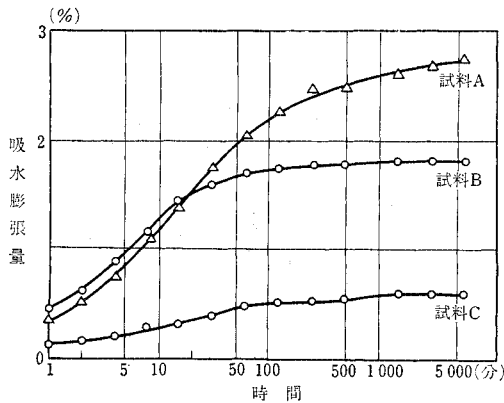
① 自然含水比状態：(1.90~2.30) × 10³.

② 水浸状態：(3.50~3.86) × 10².



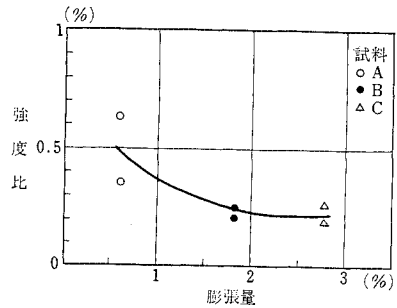
(新城・1971年)

図-5 収縮量—時間曲線



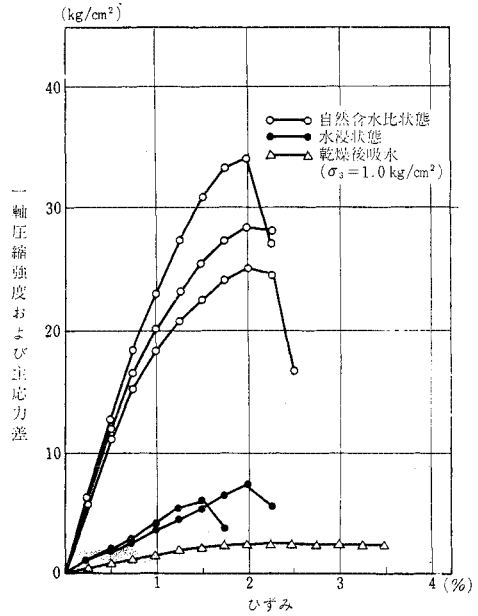
(新城・1971年)

図-6 膨張量—時間曲線



(新城・1971年)

図-7 吸水膨張量による強度の低下



(新城・1971年)

図-8 応力ひずみ曲線

粘着力： $C = 1/3 q_u (\text{kg/cm}^2)$

内部摩擦角： $\phi = 15^\circ \sim 30^\circ$ (N 値に無関係で一定)

先行荷重： $P_0 = 10 \sim 20 \text{ t/m}^2$ (N 値に無関係で一定)

透水係数： $\kappa = 10^{-6} \sim 10^{-7} (\text{cm/sec})$

以上の土質工学的性質に基づく土工上の問題点としては、次のようなことがらげられる。

㊸ 島尻粘土は風化すると非常に脆くなるため、のり面は直接外気に接しないように、石積・ブロック・のり枠などで被覆・保護する必要がある。

㊹ 水浸崩壊が著しいので、上記の保護工・裏込め工ならびに表面処理工（モルタル吹付けなど）等によって地表水の地下への浸透を防ぐとともに、排水が構造物基礎部分に集中しないように、その対策を充分検討する必要がある。

㉔ いったん練り返した島尻粘土は、その強度が激減するため、また、水溶解性・膨張収縮率大といった性質から、埋戻し・盛土工事には不適当とされている（DE米軍工兵隊一では、島尻粘土での埋戻しは固く禁じられてきた）が、島尻層以外の材料が手軽に入手できない本島南部等においては、島尻層で用地造成を行なうのはある程度やむをえないであろう。盛土ののり面勾配は、高さにより1:1~2と変化させている。この場合、しばしば団塊状の石灰質砂を含むため、その締固めが困難になり、施工管理（土工管理）には細心の注意を払う必要がある。中南部では、これらの島尻層群中の泥岩層間のすべりに起因する道路の沈壊がところどころに見受けられる（写真—3）。



写真—3 道路部盛土の沈壊

㉕ 一方、切取りに際しては、斜面は垂直に近い角度でよく安定しているが、前述のように風化に伴い角礫化し、そのまま放置すると徐々にはく離し、崩壊する可能性がある。また、植生に対する保護という観点からみると、垂直な勾配では活着がまず不可能と思われるので、そののり勾配は1:1~1.5程度とし、客土で被覆して植生を施す必要がある。

㉖ 島尻粘土の C.B.R. は 1~2 で、路盤材料としては不適であるが、やむをえず使用する場合には、必要強さを得るため、表面に石灰岩（Coral-reef）を敷いたり、舗装厚を大きくしたりするなど対策を講じる必要がある。

㉗ 自然層においては地耐力はきわめて大きく（30 t/m²以上）、十分構造物の基礎たりうるし、通常コンクリートパイルはこの層まで打たれる。この際、その支持力

については、いわゆる Meyerhof の式で求めると実際より大きすぎるきらいがあり、次式を適用するのがよいようである。

$$R_u = 9 NA_p + 0.5 NA_s \quad (0.5 N \leq 20 \text{ t/m}^2)$$

R_u : 杭の極限支持力 (t)

N : 設計用 N 値

A_p : 杭の先端断面積 (m²)

A_s : 島尻粘土層中に打ち込まれた杭の周面積 (m²)

㉘ 島尻粘土には一般に栗石は不用であるが、風化防止のため、厚さ 20 cm ぐらいの捨コンなどの被覆層が必要である。

しかしながら、島尻粘土の土質学的な性質は、まだよく判明していない点も多く、また、これまで大きな工事も少なかったようである。また、のり面保護・石積の裏込めなどを規制する法規も現在のところない、ということである。

次に、新里層の一典型について略述する。

南部沖縄の知念半島寄りの馬天港ばてんこう近くの与那原町新里部落付近に、かなりの範囲にわたり垂直に切り立った崖面がみられた（写真—4）が、これは、15~16 年前の台風時の豪雨により崩れたもので、民家を押しつぶし、死者も出したということである。地質的には前記の新里凝灰岩地帯に属し、これは火山活動の際、噴火口より空中に飛散した火山灰が固結したもので、容易に風化分解を受け、また、浸水によってすべりやすくなる性質を持ち、また、付近を大きな地質構造線（断層）が走っているため、地質上の弱線だった、と考えられる。その昔、石切場だったらしい。

（2）琉球石灰岩

先述のように、琉球石灰岩はさらに下位より、那覇石灰岩・読谷石灰岩・牧港石灰岩に区分される。これらの特質を 表—6 に示す。

表—6 に示されているように、一般に琉球石灰岩は白色~淡黄色を呈していて、石サンゴ・貝殻などを含み、硬く固結しているものや石粉の集まりのように崩壊しやすいもの、有孔虫や貝殻などの破片が粟粒状に集ったもの（栗石）、溶解沈殿して結晶した硬く緻密なもの（トラパーチン）などがあるが、これらの化学主成分は CaCO₃ である。

そのうち硬質なのがコンクリート用粗骨材（砕石骨材）として利用されている。物理的性質の一例を示すと、比重は 2.41~2.59、吸水量 2~5%、単位容積重量は 1306~1450 kg/m³ である。

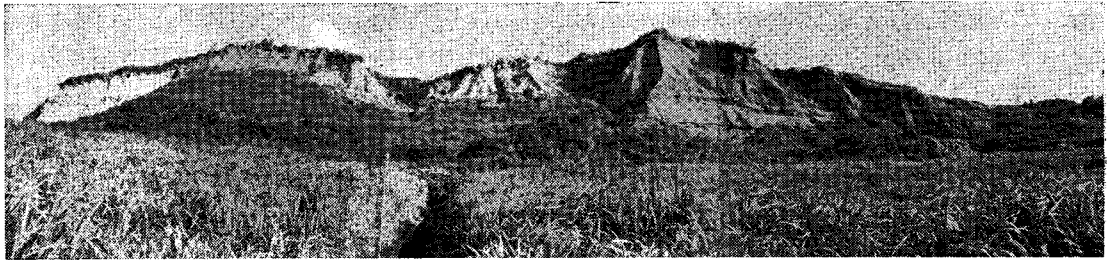


写真-4 新里凝灰岩層の滑落崖

表-6 琉球石灰岩の特質

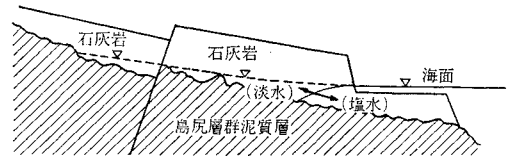
地層名	特 徴
牧港(第四紀氷河期後期)石灰岩	① 浦添市牧港の海岸に産することからこの名が出たが、具志頭市港川、五城村堀川付近に大規模に堆積する ② 島尻層や那覇石灰岩を不整合におおう ③ 約2m厚さの基底礫岩にはじまる約10mの含造礁サンゴ石灰岩と、その上十数mの成層した有孔虫砂層から成る ④ 粟粒が密着したようにみえるので、粟石と俗に呼ばれ、古くから石垣や建築石材として切り出されている
読谷(第四紀氷河期)石灰岩	① 那覇石灰岩に比して一般に粗粒で硬く固結すること少なく、多孔質であり、軟質のものが多い。ときに30cm粒徑にもおよぶ礫から成ることもある ② 古生層・島尻層・那覇石灰岩の各層を不整合におおい、とくに那覇石灰岩とは明らかな浸食面へたてられた平行不整合関係にある ③ 読谷村楚辺付近にもっとも代表的な産地がある
那覇石灰岩	① 那覇港南岸に産するところからこの名がつけられた ② 第三紀鮮新世のもので、海岸線から600ftの高さのところまで分布し、200ftの高さに多く産する ③ 中南部地域に広く分布し、硬質から軟質のものまであり、中粒または粗粒の石灰砂の部分や、緻密な部分が主で石英砂や礫をはさむことがある

4. 沖縄の水資源

現在、沖縄本島においては、生活用水・農業用水・工業用水を合わせて、年間約9500万tほど利用されていると推定されるが、年間総降水量30億tに対してその利用率はわずか3~4%にすぎない。降雨の分布は台風期に集中するため、大部分の雨水は利用されないまま放流されているのである。これは、沖縄の河川は地形が狭隘なため流路延長が短く(主要河川の平均は、6km。ちなみに本土の主要河川は数十km~数百km)、また、勾配が急で流域も小さく、いわゆる“鉄砲水”として短時間のうちに海に放水されてしまうからである。これに対して琉球政府は、水資源開発の方向として、本島北部や先島の主要河川の再点検を行ない、水需給調査をして長期的総合的計画を樹立し、多目的ダム・河口ダムの建設を企画している(塩屋湾河口ダム、報得川河口湖および安波川などについての内陸ダムなど。現に、福知川において、昭和48年完成を旨として大規模な一予定供給水量10万tのアースダムを建設中である)。一方、中南

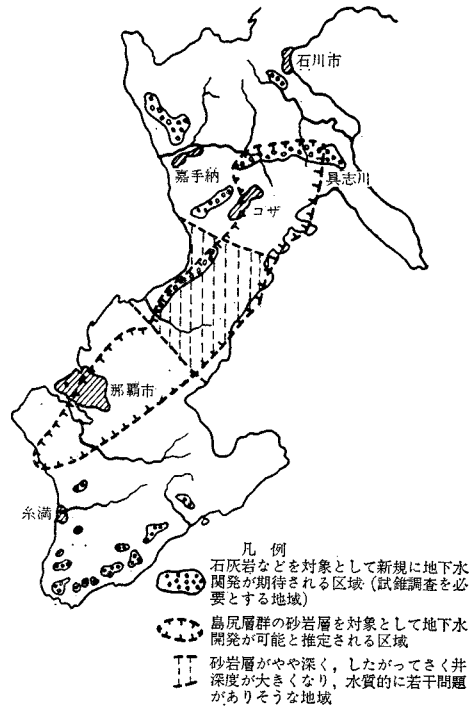
部地域では、地下水の積極的な開発利用や下水処理還元水の活用、また、海水の淡水化などについても検討されている状況である。そこで以下においては、主として沖縄南部の地下水について述べる。

沖縄南部における地下水の採取対象層としては、琉球石灰岩の基底部すなわち島尻層群との不整合面における自由地下水(レッコ水、空洞水として存在することもある)と、島尻層群中の石灰質砂岩層(小緑砂岩など)内



(地質ニュース No. 184・1969年)

図-9 沖縄南部・南地区湧水様式図



(地質ニュース No. 184・1969年)

図-10 地下水開発が可能と推定される区域

の被圧帯水層である。これらの模式図を図-9に示す。

また、図-10に地下水開発が可能と推定される区域図を示す。

先述のように、島尻層群は全体として東～東南に向けてゆるやかに傾斜しており、したがって、地質上相対的に下部にあたる那覇市付近では小祿砂岩中の被圧帯水層より採水し、これは深度50～200mの深井戸により揚水利用している。水温は20°前後である。なお、これら砂岩層について、地下水としての利用限界深度は200mまでで、それより深くなるとガス水性を帯びてくる。また、海岸寄りの地域においては塩素イオン濃度が大きくなり、加えて水質的に問題があり、深度が大きくなると天然ガスが噴出するようである。

また、水質的に沖縄南部の地下水は硬度が大きく(全硬分として100～400ppm程度)、とくに石灰岩中の硬分が高く、パイプにスケールが溜まったりして、使用目的によっては問題がある。一般の家庭では供給水(琉球水道公社などよりの)を用い、地下水はおもに工場用水に使われているのが現状である。

現在、その立地条件より沖縄東海岸の中城湾、金武湾などを中心として、石油・アルミを中心とする大規模なコンビナートが計画されているが(すでに一部操業を開始している)、本土への復帰になった今後、水の需要が飛躍的に増大するであろうから、これら地下水の開発利用に対する依存度がますます大きくなることは必至である。

5. あとがき

1971年夏、現地踏査および土質調査を目的として沖縄を訪れた機会を利用して、滞在期間中できるかぎりの資料収集につとめ、また、その後入手した資料をも含めて整理した一部が本文である。とくに、沖縄本島南部に広く分布するいわゆる島尻層群の諸性質について述べた。沖縄開発に興味を持たれる諸賢の参考の一助にでもなれば幸いである。この島尻層群を含めて沖縄諸島の地質・土質に関して、とくに土質工学的性質に関しては、つい最近研究の緒についたばかりで、なお不明の点も数多く残されているのが現状である。

周知のように、復帰後も依然として本土と沖縄との間に横たわる断層はぬぐうべくもなく、沖縄のことをより深く学び、正しく理解したうえで、その開発に参加することの必要性が痛感されるしだいである。

なお、訪沖に際して、以下に示す方々および機関を直接訪問しあるいは貴重な資料を快く提供いただいたことに対して厚く感謝の意を表します。

琉球大学土木工学科土質工学研究室 上原方成助教授
琉球大学農業工学科 新城俊也講師
琉球政府建設局工事課および土木設計課
那覇市役所土木課
琉球電力公社
琉球水道公社
国建設計工務株式会社
その他

沖縄諸島の地質・土質等に関して、なお別の資料があれば、ご一報くだされば幸いです。

参考文献

- 1) 松本ほか：琉球列島の地質，日本地方地質誌「九州地方」朝倉書店，1965，pp. 320～339。
- 2) 福田ほか：第3次沖縄天然ガス鉞床調査の記録ほか，地質ニュース，No. 157，No. 158 および No. 181，通産省工業技術院地質調査所，1967 および 1969。
- 3) 富田：Blue guidebooks「沖縄」，実業之日本社，1971。
- 4) 沖縄の歴史展，琉球政府・大阪市立博物館・沖縄タイムス社・朝日新聞社共催，1972。
- 5) 福富：建設と岩石，ラティス，1968。
- 6) Flint, D.E. et al. : Military Geology of Okinawa-jima, Ryukyu-retto, U.S. Army, Geol. Surv. Branch Intell. Div. Far East, off, 1959.
- 7) Flint, D.E. et al. : Geology Map of Okinawa, U.S. Army, Geol. Surv. Branch Intell. Div. Far East, off, 1951.
- 8) Flint, D.E. et al. : Ground Water Map (South), U.S. Army, Geol. Surv. Branch Intell. Div. Far East, off, 1957. 1957.
- 9) 通産省工業技術院地質調査所：沖縄水資源開発調査報告1969。
- 10) 真野：沖縄の工業開発の現状と問題点，化学経済，6月号，1971，pp. 61-71。
- 11) その他。

【付記】なお、訪沖時が本土復帰以前であったため、諸機関名など、説明の中に現状とそぐわない表現があると思われるが、お許しいただきたい。

EARTHQUAKE RESISTANT DESIGN FOR CIVIL ENGINEERING STRUCTURES, EARTH STRUCTURES AND FOUNDATIONS IN JAPAN, 1973

● B5判・150 ページ (口絵・付図つき上製) 定価 1 600 円 (〒 140・海外価格 8 ドル) ●