

シラスと水

木野 義人

1. シラスと人間生活

シラスについてはすでに本誌104号(1966-4)などに紹介されていますので、皆さんよくご存知のことと思います。今回は応用地質の立場、すなわち人間生活を主体とした観点から自然条件としての南九州シラス地域について調べてみましょう。

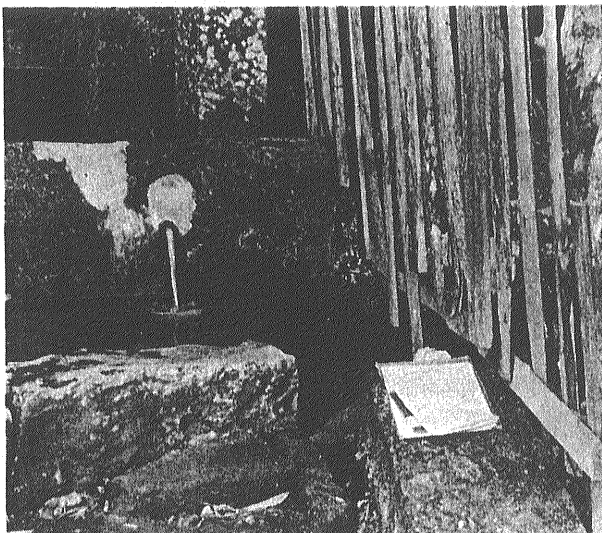
シラスと人間生活との関係は、水を媒体として考えるとき、最も鮮やかに浮彫りにされます。シラスが人間に対して与えてきたさまざまな働き、そして人間がシラスに対して抱いてきた感情、それらの大部分は水を除外しては理解することができないでしょう。たとえばシラスは、農作物のための土壌としては、関東の火山灰土や阿蘇の火山灰土よりも劣っているといわれています。これはもちろん土壌そのものの成因や物理化学的性質によるところも大きいでしょう。しかしシラス地域が大部分台地になっていて、かつ水を透しやすいため、この台地上に降った雨は大部分そのまま地下深く滲みこんでしまいます。したがって土壌中の養分は失われる一方で他の場所から水によって補給されることがありません。沖積低地では、河川の氾濫によって絶えず土壌が更新され、新しい養分が水とともに運ばれてきたのですが、シラス台地ではそれがありません。シラスと水との関係——シラス地域における応用地質的な問題は、この事につきると言ってもよいでしょう。

2. 水をめぐるシラス地域の人々の苦闘

シラス地域の人々は水を求めてあえぎ、水に攻められて苦しんで来たといわれます。水が無くて困り、あっても迷惑だというのが、この地域の人々の偽らざる心情であったようです。

まずシラス台地で水を得るための苦労はどんな様子であったのでしょうか。機械掘り技術の無かった昔は手掘りで40mから80mの井戸を掘らなければなりません。それ自体たいへん危険な作業です。そしてツルベ縄を引くのに牛を使い、人力なら4～5人かかってやつと水を汲み上げたそうです。台地の縁に近いところでは、谷底に下ると、川が流れていたり、台地の裾から水が湧き出ているので、そこまで下りて水を汲むこともできますが、高い台地ともなると、桶1杯の水を汲むのに毎日100m近く上ったり下ったりしなければなりません。離れ島のように天水を溜めることもありますが、夏になるとポーフラが涌くので、容器を叩いてポーフラを沈め、素早くうわ水を汲み、これを「たたき水」といった話も残っています。世界の古代文明がいずれも水のほりに発祥したことを思い起こしますと、水のないということは、確かに文明とは縁の遠いことを意味するかも知れません。

このように水を渴望してやまないシラス地域ではありますが、ひとたび雨が降ると、谷底を流れる川や台地の中に滲みこむ地下水などによって、シラス台地が侵蝕されます。そしてその侵蝕速度が大きいことが、この地域を災害常習地帯の代表格に仕立ててしまいました。日雨量が70mmを超えると被害を生じ始め、250mm以上になるとその割合は飛躍的に増大するといわれています。それらは主として梅雨前線や台風による集中豪雨によるものです。この地方が国土総合開発法による特定地域の一つに指定され、種々の問題や調査の対象となったのは、ちょうど終戦直後、デラ・ジュディスなどの女性名台風に見舞われ、その被害が集中したことが、あたかも食糧増産はなやかであった時期と一致したことで、相まって直接の契機となったようです。もちろんそれ以前にも特殊土壌として注目されていたし、崖崩れや崩土の流出など、水の侵蝕による被害は大きかったと思われるのですが、社会的に大きくクローズアップされたのは戦後と考えるとよいでしょう。ともあれ、シラス地域の水



第1図 シラス台地の下に見られる湧き水。付近には古くから集落が発達し、湧き水の場所は大切に保護されている。

と人間との闘いは そのまま 日本残酷史の数ページに値する要素を持つていたようです。

3. シラスと水を見る立場と考え方

以上のように人間生活の立場から シラスという舞台を見つめるとき そこには多くの場に水という主役者が登場すること そして人間は水という大立回りの役者に振りまわされて来たはかない存在であったことがわかります。しかし人間はいつまでも水の奴隷としての宿命を負っているのでしょうか。

「水を治める者は天下を治める」ということばはみんながよく知っています。しかし水を治めるためにはどうすればよいかということは案外深く考えられていないようです。それはまず「知る」ことです。「知る」ということは水がもたらすさまざまな現象を「現象」として認識することではなく その背後にある事実や法則を「探究し理解する」ことです。自然の法則を踏みこむようなトリックでは自然を支配することはできません。それは魔術や冒険漫画にすぎないのです。なるほどある程度莫大な金と力を注ぎこめば 自然は人間の工夫によって屈服させられたと思いきまされるでしょうがそれは一時的のことです。長い年月の間に いつかは自然の猛威の前に手痛い報復を受けるでしょう。

水を知ることの重要な部分にその活動舞台としての大地の問題があります。そしてそれが大地の表面ばかりでなく むしろその奥深いところに重要な秘密が隠されているところに地質学と地質調査の役割があります。水はもちろん重力や圧力によって動きますが 降った地面の地質が不透水性であれば 下に向っては動きません。横に流れるか溜るかです。反対にその土地が水の透りやすい地層であれば 水は流れたり溜ったりしないで地

下にしみこんでいきます。地表では谷間を川になって水が流れるように 地下にしみこんだ水は地質的な谷間を地下水の流れとして動きます。地表に湖や貯水池があれば水が溜るのと同様に 地下に地質的な容れ物があればそこに貯えられるでしょう。

また同じように水の勢いが崖にぶつかつたとしてもその崖の地質によって侵蝕のされ方は違います。水に対してその土地の地層や岩石がどんな役割を果たしているかという見方をするのが 水理地質的な立場です。いはば 水という主役者に対して 舞台装置がどのような構造と配置を持ち 主役者の行動とどんな関係があるかを探究する立場と考えてよいでしょう。そして舞台装置のカラクリを利用することによつて 逆に大立回り役者としての水をコントロールし 舞台劇を演出させしようとする積極的な期待をになつていてもいえます。

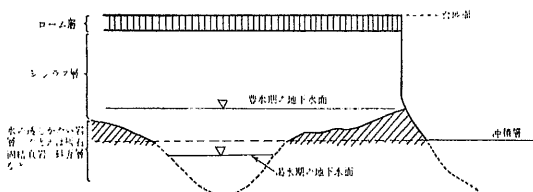
4. シラス地域における地下水の調べ方

水に対する地層・岩石の性質は 実際に野外での観察を進めている間に だんだんわかつて来るのですが 大ざっぱにどんなものがあるかを あらかじめ知っておくと便利でしょう。水を透しやすいかどうか あるいは水の侵蝕作用に対して抵抗力が強いかな弱いかなどを規準として この地域に出て来る可能性のある地層・岩石を分類してみますと第1表のようになります。

まず第1表を念頭に置いた上で ごく単純な例について調べてみましょう。第2図は第三紀以前の岩層からなる山地や丘陵に近い場所によく見られるシラス台地の例です。この場合 沖積面から下は 地表からは見られませんが 台地の崖に沿って地質踏査をしますと だいたい図に示すような地層の重なり具合や 構造がわかつたとします。台地上に降った雨は ローム層を経てシラス層の中にしみこみ飽和帯に達すると その上面に地下水面を形成します。地下水面は梅雨期や台風時など大雨が続いた後では高い位置にあります。真夏の日照りが続いた時や 冬の季節風が吹きすさぶ時のような渇水期には低くなり 図に示すように 沖積面より低くなることも予想されます。渇水期には崖の面から水の湧き出るのが見られるが 渇水期にはそれが見られない

第1表 シラス地域における岩層の水理地質的分類

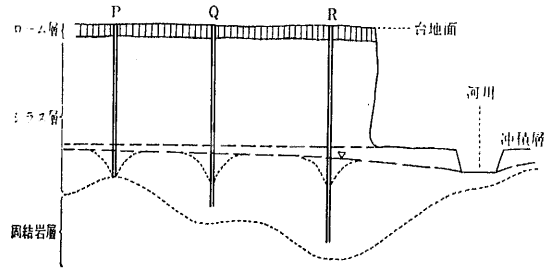
番号 (親野透水性による順序)	岩層の種類	帯水層としての価値	水が浸透しやすさ に対する抵抗力
①	多孔質あるいは割れ目の多い熔岩類	◎	○
②	未固結砂礫層	○◎	×
③	軽石礫層	◎	×
④	二次シラス(二次堆積軽石層)	○	×
⑤	シラス(軽石流非熔結部)	○	×
⑥	半固結砂礫岩層	△	○
⑦	ローム層	△	△
⑧	*灰石(軽石流熔結部)	×△	○
⑨	**緻密な火成岩類	×△	◎
⑩	未固結泥質層	×	×
⑪	半固結泥質岩層	×	△
⑫	固結砂礫岩層	×	◎
⑬	固結泥質岩層	×	○
備考	*大隅半島では一般に地下水に対して不透水性であるが 薩摩半島では割れ目の中に地下水が含まれていると言われている **一般には不透水性であるが 花崗岩類などの風化帯は地下水を含み得る ◎極めて強い ○強い △やや強い ×極めて弱い △極めて少量の水が得られることがある ×一般には不透水層と考えてよい		



第2図 不透水性岩層が地表で観察できる場合

というのはそのような場合です。一般に図の中央部の構造的な谷の部分からの湧水量が多いのでこのような場所には昔からよく集落が発達しています。もし台地の上で地下水が欲しいときは地質的な谷の部分に深い井戸を掘るのがコツです。谷以外のところで井戸を掘ると初めから空井戸であったりまた豊水期には水があつても渇水期になると水が干上ってしまいます。もともとシラス台地の中に全く水が無いという例はほとんど無くたいていは台地面の高度に対して地下水面が深い場合が多くこれがシラス地域が日本有数の乏水地帯と考えられていた大きな理由です。昔は仮に深いところに地下水があるということがわかっててもそれを汲み上げるのに苦労したのが真相ですがさく井・揚水技術の進歩した今日では地下水面下まで井戸を相当深く掘り下げることでさえできれば80m位深いところにある地下水でもじゅうぶんとり出すことができるのです。したがってこれからの問題は地下水がどこにどんな状態で存在するかということに焦点が絞られて来るわけです。

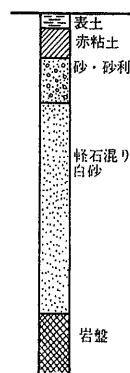
次に第3図のようにシラス層の地下水を支える岩層が地表踏査によっては全く見る事ができない場合は少々むずかしくなります。このような場合に限って地下水面が低く沖積面下に隠れることが多いのでなおさらです。地下水面は不透水性の固結岩層よりも上にあることが多いのですが実際に井戸から揚水するときの井戸の中の水位は低くなりますので図のP地点のような位置はさく井地点としては不適當でQもしくはR地点が望ましいことは誰にでもわかります。そこで問題は不透水性の岩層がどんな形で地下に存在するかということですが一般には沖積面および台地面上で試錐を行なって確かめるのが一番良い方法です。ただ試錐には費用が多くかかりますので次善の方法として物理探査をすることが往々あります。物理探査のうちで電気探査が最も簡便な方法として利用されています。ただし物理探査はあくまでも岩層の物理的性質によって間接的に岩層の境界を推定する方法であつて試錐のように直接的に各岩層の種類と境界を確認するのは精度がかなり違うということを知っておかなければなりません。ちょうど聴診器やレントゲンによって人体内部の様子をあるていど推定するが具体的な様子や処置は切開手術をまって初めて明らかにされるのと似ています。人体内部の構造は個人差がきわめて少なくかつその内臓器官の道具立ては決まっていますのでから多数の資料の集積と経験によってその推定もかなりの正確さを持ち得ますが地下内部の構造は場所によってほとん



第3図 不透水性岩層が地表面下に伏している場合

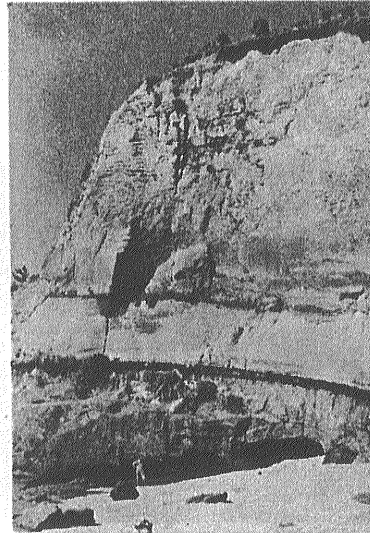
ど同じものではなく道具立てが異なっているのですからその推定はなかなかむずかしいことが多いのです。とくに物理的性質の類似した岩層が隣り合っている場合や岩層の境界が漸移している場合にはよほどの注意を要します。シラス地域でとくに厄介な問題はシラスや灰石の物理的性質が地下深部の様子を探るのに妨害となっているらしいことです。たとえば普通の沖積層や洪積層の場合ですと電気抵抗の高い部分は比較的水を透過しやすい砂層や礫層で低い部分が不透水性の粘土質層であることが多いのですがシラス地域では沖積砂礫層→シラス層→灰石層という順序に電気抵抗が高くなる事が多くこれは大隅半島の実例では実際に水を得やすい度合からすれば一般の場合とは全く逆の関係になっています。このためにシラス地域における電気探査では従来しばしば苦い経験があつたようです。最近実施されている電気探査では実際に掘った試錐結果や既設の井戸資料にあわせて物理的計測結果を判断しそれを規準にして各岩層の形や境界を水平方向に延長しているようです。

このように試錐はたとえ物理探査が行なわれるにしても欠くことのできないものですがこの場合忘れてはならないことは必ずコアや掘屑を採取しそれぞれ岩石的・層位的な観察・考察を行なうことです。たとえば井戸を掘った時の地質柱状図を見せてもらつて一般に第4図のような記載がなされておりそれは掘っている現場の人がそれぞれの習慣に従つて記入したものが多いためです。したがって地質調査に際してはまずこれを地質的に翻訳しなければなりません。第3図の場合 赤粘土→ローム層 砂・砂利→段丘砂礫層 軽石混り白砂→シラス層(軽石流非熔結部)といった程度はだいたい判読されます。しかし問題になるのは一番下にある「岩盤」という記載です。第1表の水理地質的分類に照合すると「岩盤」と呼ばれる可能性のある岩層には①熔岩類⑧の灰石⑨の火成岩⑩以下の半固結～固結堆積岩



第2表 シラス地域の層序と水理地質的岩層分類との関係

地質時代	シラス地域の層序 (太田:1965)		岩層の水理地質的分類 (第1表の番号および備考) (としての識別記号を示す)
	大隅半島	鹿児島湾北岸	
現世	新期ローム層	新期ローム層	2△, 10× (沖積泥礫堆積物)
	二次堆積軽石層	二次堆積軽石層	7△
	大隅軽石流		10, 3, 3, 3, 3 (大隅軽石流) 2, 10 (堆積物)
	大隅降下軽石	大隅降下軽石	4○
	根占軽石流		{ 5○ 8○
	志布志凝灰岩		3○
	旧期ローム層	旧期ローム層	7△
	垂水砂礫層		2○? (都城層2○)
	始 夏井軽石流	始 { 入戸軽石流 { 5○ 岩戸軽石流 { 5○ 重久軽石流 { 5○ 新川軽石流 { 5○	良 浮津軽石流
	(中略)		
大根占(夏井)砂礫層			2○
(中略)			
鮮新世	百引軽石流	萩の元軽石流	8×
	大野原層	加治木層	6△, 11×
鮮新世 (基盤)	安山岩・花崗岩	安山岩	9×△
	日南層群・時代未詳層群	時代未詳層群	12×, 13×

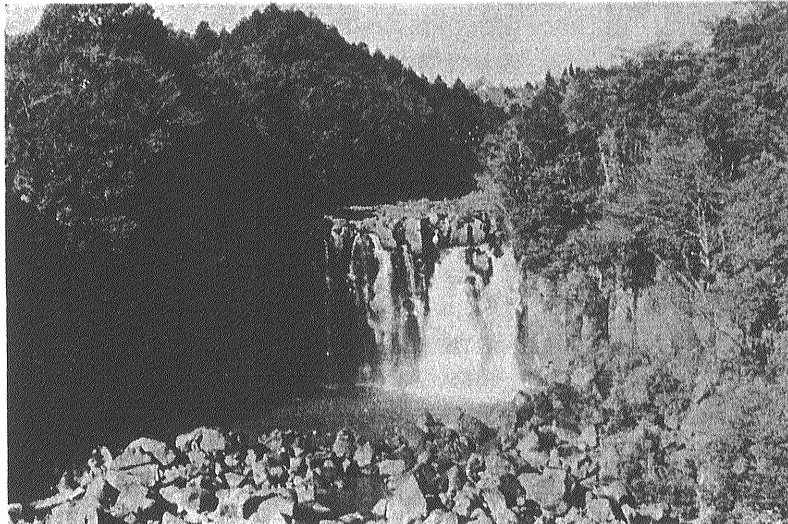


第5図
シラス台地の崖
写真は志布志附
近の海岸における
所見 上から
順に大隅軽石流
の下部が熔結し
ているのが見ら

れるまた大隅降下軽石層と夏井軽石層との間には 旧期ローム層があり写真に見られるとおり泥炭質の黒色粘土層が伴っている この付近で地下水が湧出する層準は上の大隅軽石流非熔結部の下部とその下の大隅降下軽石層である

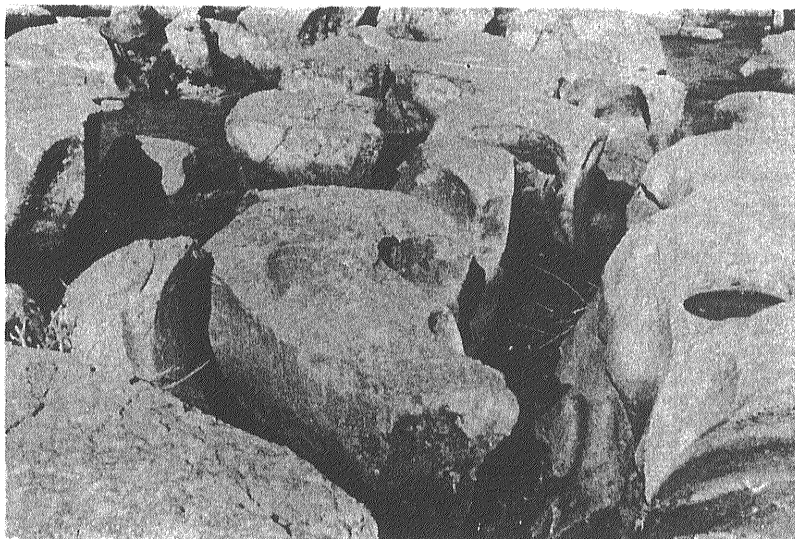
などがあります。ところが このように水理地質的に幾つもの種類が想定され得るということには 次の二つの重要な意味があります。 その一つは「岩盤」それ自身が帯水層となり得るか否かということ、他の一つは「岩盤」の下には帯水層があるのか無いのか ということであります。 とくに後者の場合にはそれが灰石か熔岩かを区別しただけでは不十分です。 それには第1表のほかにもう1種類の表 すなわち舞台装置の組立て順序の表が必要です。これが地質学で層序表と呼ばれているものです。シラス地域のうちで 大隅半島と鹿児島湾北岸地区についてはすでに基礎地質的調査が詳細に行なわれていますが 主として太田良平技官による層序表を第2表に示します。 同表にはあわせて水理地質

的岩層分類を対応させて示してあります。 第2表によっておわかりのとおり 帯水層として価値のある岩層や不透水性の岩層は 地下深く何度も繰り返して存在する可能性があります。 たとえば都城盆地では 大隅軽石流に相当すると考えられる灰石の下に 都城層と呼んでいる未固結の堆積物があり その砂礫層からは 日量2,000~3,000m³の地下水を揚水することができますが その下に入戸あるいは岩戸軽石流に相当すると思われるシラス・灰石層があり さらにその下の砂礫層からも大量の地下水が得られています。 また霧島山麓には日量数万トンに達する湧水が各所で見られますが これらは霧島火山群の熔岩類の中を流下した地下水が その下位の不透水性岩層に支えられて 地表に顔を出したも



第6図 瀑布を懸ける灰石 写真は八戸軽石流熔結部が都城盆地に入るところで見られる関の尾の滝 同軽石流は同盆地内で地下深く潜在していると考えられる

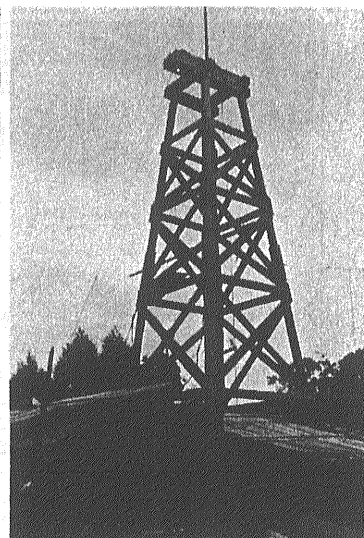
のなのです。 簡単に言いますと 第2表の鮮新世以前の岩層が出て来れば それから下には有力な帯水層は余り期待できず とくに日南層群以下の堆積岩や第三紀以前の火成岩が出て来た場合には 一般にそれを水の基盤と考えてよいのですが更新世以後の岩層である場合には それが見掛上どんなに堅い「岩盤」であろうと これを水に対する基盤と考えることはできないのです。 「岩盤」を灰石と見るか 熔岩と見るか 時代未詳層群と



第7図 灰石に見られる吹穴

見るかによってその結果は全く異なって来ます。同じ灰石でも 大隅軽石流と見るか萩の元軽石流と見るかによっても 結果は同様に違ったものになるでしょう。

応用地質にとって基礎地質の知識と研究は欠くことのできないものです。そしてその基礎地質を支えるものそれがち密な地質調査にほかなりません。それが野外踏査による肉眼観察であろうと 機械による直接的・間接的な映像であろうと その観察考察過程において 何ら変わるところはありません。いかに近代な機械を駆使しようと 岩石学的層位学的な観察・考察を怠ってはなりません。科学的思考過程には3つの段階があるといわれていますが 第1段階は生の資料です。地表露頭やコアの観察や 物理・化学的数値の計測がこれに当たります。第2段階は同定と比較です。多数資料を



第8図 シラス地域に掘さくされつつある深井戸

同じ物や異なるものに整理・分類する段階で 露頭から次の露頭へ またある地点のある深度における数値から次の地点の数値へと 岩層の連続性を追跡し あるいは別の岩層の出現を区別し さらに時間的・空間的な相互関係を認識する過程です。第3の段階は統一です。同定され あるいは区別された物に その歴史的・空間的な意味づけを持った統一的概念を創造する段階で 第2表の層序表や対比表と呼ばれるものがこれに相当するでしょう。人間はこのような科学的思考過程を通じて 事物を堆理し 現象の背後にある統一的概念を創造して来ました。リンゴを地上に落下させる力が さらに高いところにある月や星に対しても作用するのであろうかという推理が 万有引力の概念を創造した様に シラス地域の地質調査を通じて 少なくとも現象としては見ることのできない 始良火山の噴出という概念を創造することができさらに進んで未知の帯水層を推理して行くのです。実にこのシラス地域の基礎地質の研究結果は 今後の応用地質的な研究や真の意味の国土開発にとって 心強い道標となることでしょう。そしてその層序的な体系によって はじめてこの地域の地下水のあり方を 合理的に説明づけることができるでしょう。地下水自体の調査や開発は 次の段階として 層位的な座標系の中で それぞれ一般の水調査手法に基づいて行なうこととなります。

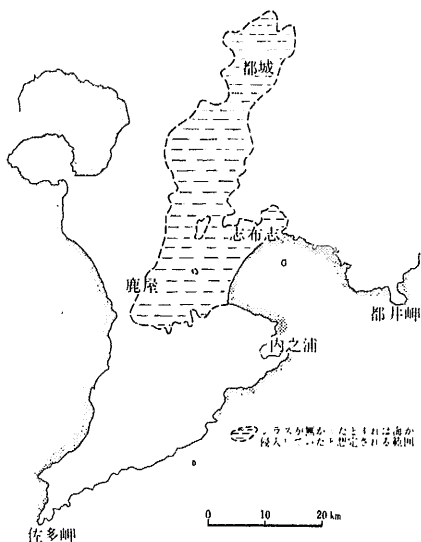


第9図 都城盆地における自噴井

従来「岩盤」と考えられていた灰石を貫くと その下の砂礫層中から写真のように地下水が噴出する

5. 地下貯水池としてのシラス地域

水理地質的な立場といってもそれに 特別な技術や手法があるわけではありません。強いていえば基礎地質という横糸に 水に関する種々の因子や要素を縦糸とし



第12図 大隅半島における海城侵入想定図

し かつその補給方法を考察することによって この天然貯水池の効率はさらに高度のものとなり得るでしょう。

6. 母なるシラスの大地

シラス地域の人間生活の歴史は 水との闘いであるといわれて来ました。水はシラスの強敵であるとも考えられて来ました。またシラス自体 人間生活にとって有害無益なものと思われていたかも知れません。しかし求めて已まなかった水は 実はシラス台地の奥深く一大貯水池として存在していたのです。水の大部分はシラスのふところに抱かれて眠っていたのです。またシラスは 水の粗暴な振舞をいかに大きな抱擁力でなだめすかして来たことでしょうか。親の心子知らずとも言いましょうか。人間は今まで その余にも大きかったシラスの本心が掴めなかったのです。降雨量の半分の水を貯蔵し そしてどんなに雨が降らなくてもいつも慈愛に満ちた清らかな湧水を 川に分ち与えてくれるダムがほかにあるでしょうか。水そして川は 母なるシラスのふところに抱かれながらも 時にその母を打つきかん坊であったのです。

もしシラス台地が 水を透さないような地質であったらどうでしょうか。土壌としては 幾らか恵まれていたかも知れません。しかしこのシラス台地に降り注ぐ膨大な雨水は 台地上を暴れまわり また一時にどっと川に流れ込んで 谷間の洪水を絶え間なく起こし もっと大きな侵蝕力で この地域を荒したでしょう。さらにシラスそのものがなかったらどうでしょうか。今のシラス台地の大部分は 沖積期の海面上昇によって 海に侵入されていたことでしょう。そして残った場所は

山間の狭い谷間としてしか存在しなかったでしょう。しかもその山は 千切れ千切りに乱された 日南層群や時代末群層などからなっています。したがって雨量の多いこの地方の谷間は 激しい土石流におおわれていたことでしょう。それは現在のシラスの崩土とは比較にならないほど始末の悪いものです。シラスは人間生活にとって 少なくとも想像されるよりははるかに安住の大地を創造してくれた母であったというべきでしょう。

狭量であった人間も ようやく成長のきざしを見せて来ました。シラスが無用の長物でないということがわかり 現象の背後にある本質が見えて来たのは ほんの最近になってからです。しかしこの地域の自然の節理はまだまだ十分理解されたとはいえません。母なるシラスの大地には 奥深く隠されている秘密がたくさんあることでしょう。未知に対する推理と実証 それは今後一層根気強く続けられなければなりません。

健康で自由な生活を守るのが 政治の要諦であるように また 叱るだけでは子供がすくすくと育たないように 水に対しても その心理を洞察して 遊び場所を与え 隠れた秘密を理解してやるのが 水を治めるための不可欠の条件となるでしょう。

外見の観察と説明はやさしいでしょうが 内面の洞察と説明は困難で かつ 人に理解されがたいものです。困難にして報いられることの少ない地質調査ではありますが その重要性は今後益々増大するでしょう。生産万能主義としての いわゆる開発なるものに行詰りを感じ いわゆる自然征服なるものに限界を悟るときそして人間社会のあり方が 進歩・変化して行くとき「未開発」なるがゆえに残されるであろう 自然条件としてのシラス地域の地位は 真の意味の開発・保護地域として飛躍的に増大することが予想されます。それゆえにこそ シラスと水に関する地質調査の努力は あらゆる可能性に対処して進められる必要があるでしょう。

(筆者は応用地質部)

引用文献

- 阿部雅雄・河原田礼次郎(1964)：シラス地帯の地下水特性に関する研究 第1報 水理地質と地下水調査の概況 鹿児島大学農学部学術報告 no. 15
 服部信彦(1965)：シラス台地における水の取得に関する研究 地理学評論 vol. 38 no. 4
 春山元寿・山内豊聡(1965)：南九州における火山性堆積土「シラス」に関する文献集録 九州大学工学部土木工学教室
 太田良平(1964)：シラス研究序説 地球科学 no. 72
 太田良平・竹崎徳男(1966)：シラスに関する諸問題 地学雑誌 vol. 75 no. 1
 太田良平(1966)：シラスのしらべ方 地質ニュース no. 140