

和歌山縣友ヶ島の水源調査

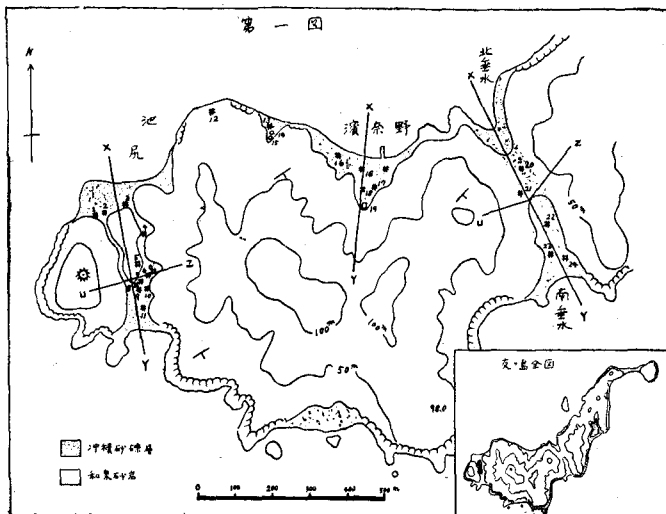
竹中準之介

1. 緒言

海岸における地下水の性状については學術的に興味ある幾多の問題があるが、更にこれを利用する立場からもそれを研究する事が重要である。特に島嶼に於ては水源が比較的簡單であるから水理地質學的全貌を把握する上に誠に好都合である。今回南海電鐵株式會社よりの依頼により、昭和25年11月13日より4日間に亘り和歌山縣加太郡友ヶ島の水源調査を行つたので海岸地下水の一例としてここに述べる。友ヶ島は戦前陸軍の要塞として使用せられていたが、終戦後觀光地として開發中のものである。そして本島の開發に最も障碍となるのは地下水の乏しい事である。

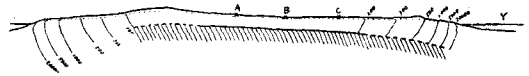
2. 地質概要

友ヶ島は和泉山脈東端と淡路島南部との間にある紀伊水道のはぼ中間附近にあり、和泉山脈の西方延長上にあたる。この線上に「由良砂質頁岩層」が連続して存在して居り友ヶ島もこれによつて構成されて居る。この砂質頁岩層は中生代白堊紀の「和泉砂岩」に屬するものである。地層は大體走行 N 50° E, 南東へ 40° 内外の傾斜を持つ單斜構造であつて、島の周圍に發達する侵蝕崖によく露出している。岩相は礫岩砂質頁岩の規則正しい互層で特に頁岩の薄層を挟む砂岩が多い。島は大體地層の走行の方向に長く延びこれと直角の方向に深い侵蝕谷が發達して居る。これ等の谷は海岸附近で沖積砂礫層によつ



第一圖

北葦水 — 南葦水

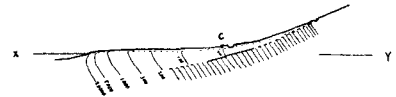


x 電氣探査測点

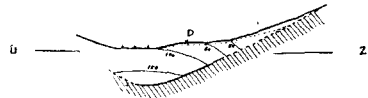
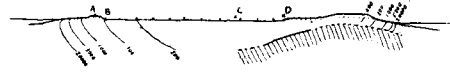
--- 地下水面

— 等価の濃度曲線

野奈淡



池尻



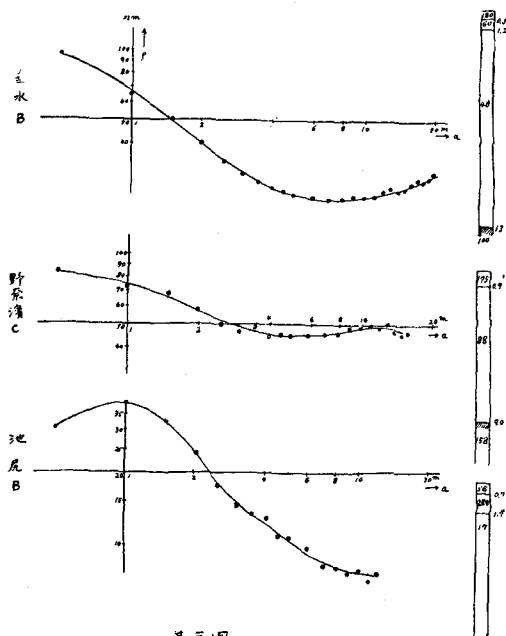
て薄く被覆されていて、崖崩、砂州、小規模の海岸の平地、トンボロ等を形成している。

3. 電氣探査による海濱附近探査結果

沖積砂礫地帯における下部基盤構造と地下水の外貌を求める爲第2圖に示した10測點でL-10型メガーにより四極中心法電氣比抵抗探査を行つた。各地區における代表的なp-a曲を第3圖に示す。このp-a曲線から分る如く本島の様な海岸沖積砂礫層は電氣探査を行うには可成良好な状態にあり、従つて結果の解折も非常に樂に行うことが出来た。

電氣探査の結果より出された基盤の深度は既設の沖積砂礫層内の井戸の底より1米程深いのは面白い事實である。井戸

深度や地形等を考慮して各地区の断面を示すと第3圖のようになる。沖積地帯の地域が狭くや、深い基盤を見出す事が出来なかつたがこれが分れば地形學的にも色々興味ある事實が見出されるものと思ひ。例へば本島の周囲には廣く侵蝕崖が發達しこれと同時に出来た海蝕臺地が海底にあるものと推定されこの海蝕臺と侵蝕谷との關係等も分るであらうと思はれる。



第三圖

4. 水質試験について

水質試験には種々な試験があるが本調査に於ては既設井戸を利用して野外で比較的簡單に行ふ事の出来る水位、水温、PH、電氣傳導度、硝酸銀滴下等を行つた。其中5箇所は資料水として實驗室にて鹽素濃度、過マンガン酸カリ消費量、硫酸量の決定を行つた。

水位は殆んどすべての井戸が地表面下約 1.5 米以下にあり大體沖積地表面と平行している。唯小さな崖の上や海岸線近くでは水位が3米近くの井戸がある。

水温はすべての井戸において上部は大氣温度に近く下部はこれより1度内外高くなつてゐるのが通常であつた。

又過マンガン酸カリ消費量は使用中の井戸では小さく使用していない井戸は有機物が多くこの消費量も多いのは當然である。

鹽素濃度は實驗室で定量したもの他は電氣傳導度より換算した。電氣傳導度から直ちに鹽素濃度を換算することは常に可能ではないのであるが、地下水比抵抗値が 100 Ω cm の時は殆んど鹽素イオンによるものであるから

便法としてこの方法は許される。各井戸のPH及鹽素濃度は次の表に示される様である。

	鹽素濃度	PH
No. 1	111.5 mg/l	7.9
No. 2	300	7.1
No. 3	1200	7.0
No. 4	57	7.0
No. 5	113	7.6
No. 6	65	7.0
No. 6'	57.5	5.8
No. 7	180	6.2
No. 8	200	7.2
No. 9	150	6.7
No. 10	135	7.3
No. 11	185	7.0
No. 12	7000	6.6
No. 13	73	6.1
No. 14	66	6.2
No. 15	28	6.3
No. 16	270	6.4
No. 17	80	6.3
No. 18	58	5.8
No. 19	42.5	6.6
No. 20	125	6.5
No. 21	130	6.0
No. 22	120	6.0
No. 23	250	6.7
No. 24	220	6.4

5. 基盤及沖積砂礫層中の porosity

基盤を構成する岩石の中代表的な3個の資料につき porosity を測定した結果、

No. 1	砂岩	20%
No. 2	砂岩	8%
No. 3	礫岩	3%

であつた。本島の岩相は No. 2, No. 3 のものが非常に多く、兩者ともよくセメンティングされてゐて porosity は小さい。

沖積砂礫層の porosity は電氣探査より出された土地の抵抗値と井戸において測定された水の比抵抗値より計算すると、

北垂水—南垂水附近	約 50%
野奈濱地域	約 60%
池尻地域	約 40%

となり、これは普通海岸砂地に於て見られる値である。

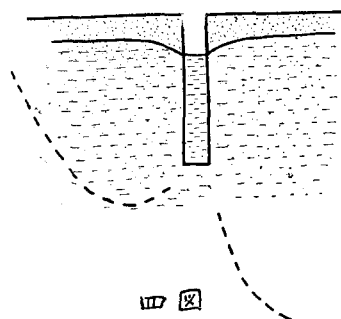
又この様に porosity の大なることはこの部分が loose な沖積層である確證ともなり得る。

6. 地下水の総合的考察

地下水の利用といふ立場からの総合的考察は廣く工學的な見地からも下されなければならぬのであるが、これは本文の主旨を稍々逸脱するから其中の水理地質學的な面からのみの考察に留めることにする。

我國に於ける地下水利用の現状を見ると水量の最も多いのは第四紀層の間隙水で、第三紀のものがこれに次ぎ古生層、中生層のものも可成利用されているがこれは裂隙水が大部分を占めている。勿論これ等の中でも間隙水が利用されているものが皆無ではない。

友ヶ島に於ては前記の如く porosity が小さく、單斜構造であり其上透水性に乏しい事から水源を和泉砂岩中に求める事は困難である。porosity の小さい事は滯水層として最大の缺陷であり、又單斜構造である事はその傾斜が緩やかで透水性に富む時は滯水層として充分利用出来るが、本島の様な急傾斜は滯水層として不適當である。然し和泉砂岩中の裂隙水に關しては更に精密な検討が必要である。すなはち顯著な斷層は存在しないが、地層の層理面は活動している所が多く、この様な活動面には往々にして裂隙水が存在するものである。唯今回の調査に於てはその様な裂隙水の徴候例へば谷や崖の側壁からの流出泉等は發見する事が出来なかつた。



従つて水源は沖積砂礫層内より求めなければならぬ。以下沖積砂礫層内の水量と水質に關し考察を進める。

現在の地下水位に於ける水量は電氣探査結果

より推定される基盤深度と沖積砂礫層の porosity より容易に出すことが出来た。水量と關係して考へなければならぬのは地下水補給量である。本島に於ける基盤岩石は透水性が沖積砂礫層の數十分ノ一以下であると推定されるので地表滲透水は殆んどこの沖積砂礫層内を流動すると考へて差支へない。従つて雨量に對する滲透水量の比率を知る事により地下水流動量を知る事が出来る。滲透水量に關しては河川學に於て可成研究されて居り、それによると本島の谷における涵養地域の地表状態では降雨量の約50%と見られる。今降雨量の50%が滲透水と

して沖積砂礫層内を流動するものとすれば1日平均雨量より計算される地下水流動速度は

野奈濱 No. 井戸附近 0.5 m/1日

池尻 No. 6 井戸附近 1 m/1日

となる。今後更に流速測定や水位観測が行はれた後にはこれ等の相互關係について更に面白い結果が分ることであらう。

地下水の水質に就てはこの様な小さな島では鹽分のみが問題であらう。海鹽侵入に關することは海岸地下水の特別な研究題目となつて居る。本島に於ては基盤が淺く使用井戸も淺いので地下水深部に於ける鹽水淡水の境界面は余り問題にならない。それよりもこの様な不透水性に近い淺い基盤の所で海水鹽がどの様に擴散しているかを調べて見た。第2圖斷面圖に示したのは既設井戸の鹽分濃度より地下水中の等鹽分濃度曲線を示したものである。理論的にはその曲線の下部で圖の様に彎曲しなければならぬ。そしてこれは No. 3 No. 7 の様な使用量多き井戸の鹽素含有量が周囲の井戸に較べて多い事や、電氣探査による沖積砂礫層の比抵抗が下部程低くなつて居ることに於ても實證されている。均等な媒質内で地下水を揚水した場合の地下水面及地下水流動の説明圖を第4圖に示しておいた。又第2圖の斷面圖で示される様に鹽素量分布状態は大體海岸より100米位離れると200mg/l以下になつて居るが、池尻南部だけは非常に早く鹽分が減少している。これは不透水性に近い基盤が他に較べ非常に淺く存在して居る爲である。

海水の鹽分は地下水の流動がなければ無限大の時間の後に、地下水は一樣に海水と同じ鹽素量を含むべきである。實際は地下水は流動している爲、若し流速が一定であれば流動速度と鹽分の擴散速度が平衡に達し或濃度分布を示す様になる。そして水位や温度の變化による流速の増減により何時も平衡に近い状態の濃度分布を示しているものと思はれる。この問題に關する水力學的な取扱ひに關しては又別の機會に今後の調査實驗と共に發表する予定であるから關心を持たれる方はそれを見て戴き度い。

7. 結 語

本調査は短期間の爲に充分な調査は出来なかつたが今後更に機會を見出し地下水の性状に關する精密な研究を續ける豫定である。

本調査に於ては終始岩津教授の御懇篤なる御指導御指示に對し深く謝意を表すると共に作業に御助力下された藤田、市原、笠間及地下水の分析を擔當されし岡崎の諸兄に對し厚く感謝の意を表したい。

參 考 文 獻		豊原義一	海岸地下水の研究
酒井軍治郎	地下水調査法	昭16	(鳥取縣弓濱部における調査實驗)
物部長穂	水 理 學	昭 8	地學雜誌 48卷 569號
渡邊 貫	土 質 工 學		昭 11
吉村信吉	地 下 水	昭16	