

氏名	清水 欣一 しみず きんいち
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第126号
学位授与の日付	昭和40年12月14日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	中国四国地方の地下水の研究 とくに地下水の単位面積排水量と水理地質条件との関連
論文調査委員	(主査) 教授 初田甚一郎 教授 松下 進 教授 吉沢 甫

### 論文内容の要旨

本論文は、四国瀬戸内海岸平野およびこれと条件の異なる中国地方の盆地・火山・カルスト台地における地下水利用の実態と、水理地質の調査結果をもとにして、今後の地下水開発の可能性と適正採水量を決める基準を論じたもので、内容的に3部に分けられる。

第1部では、申請者の提唱する“単位面積排水量”の定義とその求め方を述べている。地下水のうち、地層水はある範囲の間、連続性があると考えられているが、その範囲は地質調査により知られる地層の分布状況のほか、さく井資料、物理探査資料、井戸の分布および井戸相互間の関連性などによって決められるものである。水理地質条件が連続的な地域内に分布するすべての井戸・湧泉によって、単位時間に地表に排出される水量をその範囲の面積で割ったものを単位面積排水量（以下Zと呼ぶ）と定義し、単位は $m^3/day/km^2$ であらわす。揚水試験による透水係数の計算式としてタイス・野満の非平衡式というのがあるが、その解法にタイスの回復式を用いてZと帯水層の透水係数との関係式を導き、各井戸について揚水試験の資料があればZは計算し得る量であることを示している。しかし、実際には、地域内全部の井戸について揚水試験を行なうことは大変であるから、利用しうる限りの資料によって各地区のZの値を試算し、後述の水理地質条件との関係の考察に用いている。

第2部では、中国・四国地方の海岸平野、盆地砂洲・浜堤・火山地・カルスト台地など12地区の水理地質を述べ、各地区のZ値を算出している。このほか地盤沈下地帯の代表例として東京下町、大阪平野、新潟平野を比較のためにとりあげている。三豊平野では、地下水の塩分について詳しく研究しており、それによると、観音寺付近の自由地下水では財田川の河口より河岸沿いに塩分濃度の高い部分が帯状に分布しているが、被圧地下水では斑状分布を示している。時間的变化については、観音寺市の代表的深井戸でクロール濃度が1951年には約10ppmであったものが、1954年頃より急に増加し、1963年には数千ppmに達しており、その原因は過剰揚水によるものと考えている。また、同市の上水道水源は、財田川の伏流水を主とした地下10m未満の自由地下水によっているが、雨量が乏しく、財田川の流量が減少する時期に

塩分濃度が急増しており、1962～3年における雨量・河水流量・水源地揚水量およびクロール濃度の測定結果から、この現象は財田川の表流の減少した時には、満潮時の海水が河口より2kmの上流までさかのぼるので、濃い塩水が河床より地層中に浸透し、水源地の過剰揚水に助長されて起こるものと解釈した。また、塩分濃度の示度となる電気伝導度の分布を基にして選んだ3地区を比較して、塩水の侵入はZの値が1万程度までは目立たないが、3万程度になると著しくなり、豊作物に有害となることを明らかにした。地盤沈下については、道前平野に小規模のものがある以外に著しいものはないが、揚水量を変化させて、沈下量との関係から沈下を生ぜしめない程度の適正Z値を求めた。新潟地区では信濃川と中ノ川の合流点付近でZの極大と沈下量の極大の位置とがほぼ一致し、Z値が100以下の地帯では沈下が起こっていないことを見いだしている。

第3部では、主としてZ値と地下水開発の可能性との関係を取り扱っている。流域の年間降水量を主な帯水層の分布範囲の面積で割った値を仮にY値と呼ぶと、各地区のZ値とY値との間には一応の対応関係が認められ、Y値に比してZ値の小さい三豊平野地区・寒川・関川地区・道前平野地区は今後なお地下水開発の可能性があると見えるが、塩水浸入の問題を考慮する必要がある。次に、さく井資料の比較的多い海岸平野6地区において、各地層の層厚百分率とZ値との関係を求め、れき層・砂層との百分率との相関を求めているが、この一般傾向よりの偏差も将来の地下水開発の可能性を検討する一つの目安となる。裂か水については地層水のようにZを定義できないが、仮に同一岩体については、湧泉（井戸も含む、以下同じ）相互の水理地質が連続であるとみなし、同一岩石の分布する面積（A）で、その地域の湧泉の総湧出量を割ったものを“見かけ単位面積排水量（Z'）”と定義すると、Z'を縦軸に、湧泉の平均排水量Qを横軸にとり、単位面積あたりの湧泉数（m/A）をパラメーターとして両対数方眼紙上に共点図として表わした結果、安山岩・火山砕せつ岩および石灰岩よりなる地域の裂か泉は直線的な帯状分布をなすが、海岸平野・盆地などの地層水の場合はやや散らばった分布となり、これは揚水がこれらの地区では大きな役割をしている結果と解釈している。このグラフは、当該地区の地下水資源が有力か否かの判定に役立つものである。

参考論文その一、その二およびその三では、大山・ひる山等の火山地区において、岩石を異にする地質区分に湧泉数・湧出量の有意の相違が存在することを明らかにし、ことに大山では、代表的に選んだ5湧泉について9か月にわたる毎日の観測から雨量と湧水量の関係を求め、また、標高と湧泉数・湧出量・水温・電気伝導率などとの関連を見いだしている。参考論文その4では、高知市三里地区の地下水において電気伝導率・水温・CI<sup>-</sup>の測定を行ない、電気探査の結果とあわせて、いわゆるヘルツベルクのレンズ状淡水層の実態を明らかにしている。

### 論文審査の結果の要旨

工業用水、かんがい用水、上水道等の水源として地下水の利用が増すと共に、ある地区における地下水の利用しうる限度についての見通しをたてることは、いよいよ重要となってきている。申請者は、四国瀬戸内海岸平野および中国地方の盆地・火山地区・カルスト台地等における地下水利用の現況と、水理地質の調査研究結果をもとにして“単位面積排水量”なる概念を導入し、地下水開発の可能性と適正採水量を

判定する方法を見いだしている。

水理地質条件が連続的とみなされる地域内に存在するすべての井戸・湧泉によって、単位時間に地表に排出される全水量をその地域の面積で除したものを、かりに“単位面積排水量(以下Zとする)”と定義し、単位としては  $\text{m}^3/\text{day}/\text{km}^2$  を用いている。連続の範囲は正確には決めにくい、地質調査とさく井資料、物理探査資料等から推定される滞水層の分布と、実在する井戸の分布および相互間の関連性などを考慮して決められる。揚水試験によって滞水層の透水係数を与えるタイス・野満の非平衡式にタイスの回復式を用いてZと透水係数との関係式を導いている。各井戸について揚水試験の資料があればZは計算する量である。次に、中国・四国地方の海岸平野・海浜・火山地・カルスト台地など12地区の水理地質を述べ、各地区のZ値を算出している。それらのうち、三豊平野では地下水の塩分について詳細に研究し、同平野における自由地下水、被圧地下水別に塩分の濃度分布を明らかにし、とくに観音寺市付近では財田川流域の塩分濃度と雨量・河水流量・揚水量等の10か月にわたる観測から、塩水侵入の経路を明らかにし、同市の上水道に貴重な資料を提供した。また、地下水の電気伝導率の見地から、3地区を選んでZ値を計算し、農作物に有害となる塩分を将来しない揚水量の限度を決めた。道前平野の過剰揚水による地盤沈下の例では、揚水量と沈下量との関係から、沈下を生ぜしめないZ値の限度を計算し、新潟県の例では、信濃川と中ノ川の合流点付近でZ値の極大と沈下量の極大の一致すること、Z値が100以下の地区では沈下が起こっていないことなどをみいだしている。流域の年間降水量を主な帯水層の分布する範囲の面積で割ったものをY値とすると、各地区のZとYとの間に相関が認められるが、Yに比してZの小さい三豊平野地区、寒川・関川地区・道前平野地区では、塩水侵入の問題はあるが、今後なお地下水開発の可能性あることを指摘している。また、さく井資料の比較的多い海岸平野6地区において、各地層の層厚百分率とZ値との関係を求め、れき層・砂層の層厚百分率との相関を示す一般傾向よりの偏差もまた地下水開発の可能性を検討する一つの目安となることを述べている。裂か水についてもある程度の連続性を仮定して、同一岩石の分布する範囲の面積で、その地域の全湧出量を除したものを“みかけ単位面積排水量(Z’)”と定義し、Z’を縦軸に、湧泉の平均排水量  $\bar{Q}$  を横軸にとり、単位面積あたりの湧泉数をパラメーターとして両対数方眼紙上に記入すると、火山地・カルスト台地等の裂か泉地区は直線的に狭長な帯状分布をなすが、同じ図上に海岸平野、盆地等の値をプロットすると、ややばらついた分布をとり、これはそれらの地区では揚水という人為的作用が大きな役割をしている結果と考えている。このグラフは当該地区の地下水資源の有力か否かの判定に役立つ。

参考論文その1よりその3までは、いずれも火山地区の湧泉に関する研究で、雨量と湧出量、標高と湧泉数・湧出量・水温・電気伝導率などとの関係をみだし、その4では、海辺地区において電気探査と地下水の電気伝導率・水温・Cl<sup>-</sup>量の測定とからヘルツベルク・レンズをなす淡水層の形態を明らかにしている。

以上述べたように、本論文にまとめられた申請者の研究は、四国・中国地方の、条件を異にする12地区において水理地質を明らかにし、単位面積排水量なる概念をとり入れて、地下水使用上の指針を与え、今後の地下水資源の開発と水理地質等の分野に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は理学博士の学位論文として十分価値があるものと認める。