

鳥取大学 工学部 正員 道上 正規

鳥取大学 工学部 正員 ○鈴木 幸一

(株)竹中土木 正員 加藤 憲知

1. えがき

滞水層が比較的良好に発達している沖積平野では地下水開発が従来より行なわれているが、水需要の増加に対して今後の開発可能性を検討する場合、地下水の巨視的な流動特性を明らかにしておく必要がある。沖積平野は河水によって運ばれてきた土砂によって形成された土地であるから、少なくともその形成期には河道の位置が何度となく変遷してきており、一般に比較的長期間河道が一定していたところ(旧河道)とそうでないところでは堆積土砂が異なり地下水の流動方向も複雑となっている。また、多量の地下水の汲み上げによって流動特性が人為的に変化させられることも多い。本研究は、鳥取県西部(米子市)の日野川によって形成された箕蚊屋平野を対象として、沖積平野における地下水の流動特性を明らかにしようとするものである。

2. 箕蚊屋平野と日野川の旧河道

図-1に示されるように箕蚊屋平野は西方の日野川と東方の佐陀川とに挟まれていて、日野川が運んできた土砂によって形成された沖積平野である。日野川の河道は近年(1702年)までは安定していなくて、現在の箕蚊屋平野内で度々変化してきた。このような沖積平野では比較的に長い間河道が形成されると自然堤防ができるため、現在の地形図の等高線の特性を調べることによって旧河道をある程度推定することができる。図-1中の太い実線は現在の地形の等高線および自然堤防を考慮して推定した旧河道であるが、日野川は大きくわけて三度転流していることがわかる。図中の点線は歴史書等から旧河道を推定したものであるが、現在の地形からのみで判断できる推定旧河道とほぼ一致している。なお、箕蚊屋平野では従来地下水利用が盛んで、現在主なものだけでも図中○印で示している7ヶ所で地下水、河川伏流水が取水されている。取水量は、日野川左岸(3km~5km区間)で約60,000 m³/日、平野内3ヶ所で合計12,500 m³/日、日野川の伏流水流氷として2.6 km地点で46,000 m³/日、7.8 km地点で40,000 m³/日となっている。

3. 地下水の流動方向

図-2は昭和58年1月に箕蚊屋平野内に点在する約50ヶ所の古井戸を利用して測定した地下水の水比抵抗の等値線(実線)と等地下水位線を示した図である。一般に、地下水位は地下水供給源の状態、地下水の揚水の状態によって非常に異なる。箕蚊屋平野はその約70%が水田であるため、水田に水を張る夏期と水のない冬期とで地下水位に1~2mとかなり大きな差があると言われており、季節によって地下水の流動状態も変化するものと考えられる。また、上述のように各所で地下水を汲み上げているため局所的には複雑な流動をしているであろう。冬期の結果である図-2から、全体的な自由面地下水の流動方向はほぼ日野川、佐陀川に平行して北流しており、平野中央部での地下水面の平均勾配は約1/300であり、上流側は約1/250、下流側は約1/350となっている。図中、日野川の7.8 km付近から北方向の地下水位等高線が谷形を呈するのは7.8 km地点の揚水の影響と考えられる。水比抵抗は水の電気抵抗を示すもので、水中にイオンとして電離し

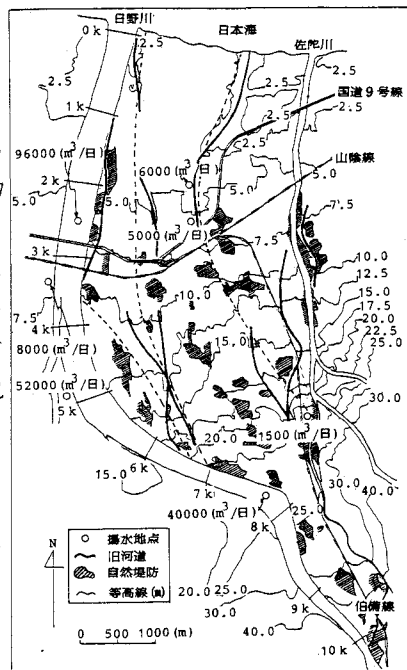


図-1 現在の地形から推定した旧河道

ている場類の多少を示すが、地下水流速が小さく長期間地層中にあるほど水比抵抗は小さくなる。図に示すように、河川の水は流下していても水比抵抗はほとんど低下せず、日野川では10,000~12,000 ($\Omega \cdot \text{cm}$)、佐陀川では8,000~9,000 ($\Omega \cdot \text{cm}$)とほぼ一定値を示している。地下水は流動していくにつれて水比抵抗が小さくなっていくことが認められ、全体的な流動方向は水比抵抗からも北であるが部分的には日野川の6km~7km付近から北にかけて地下水流速の大きい逋水帯が認められる。この部分は旧河道に対応していることが図-1からわかり、日野川の6km~7km区間が冬期の地下水の供給源の1つとなっていると考えられる。また、佐陀川沿いの中下流部で水比抵抗の低下率が比較的小さいことから、この区間で佐陀川の水が地下へ少量ずつ流入していると推定できる。日野川の河口から6kmまでの区間と7km~8km区間では日野川から地下への流入が水比抵抗線の特徴からほとんど認められないが、これは地下水の汲み上げが影響しているものと考えられる。

4. 地下水流動量の推定

図-3は従来の地層の調査、あるいは井戸掘削時の地質資料を参考にして図-2の(A)-(B)を結ぶ断面で地形断面図を描いて示した地質柱状図である。帯水層は沖積砂礫層であり、日野川、佐陀川から離れるほど層厚が大きくなり両河川の間の平均層厚は20~25mである。この沖積砂礫層は逋水性が優れており、逋水係数 α は $(3 \sim 5) \times 10^{-3}$ m/秒である。この断面で地下水の流動量 Q がどのくらいであるかもごく大ざっぱに推定してみるが、日野川左岸側と佐陀川右岸側は帯水層の発達がよくないの両河川にはさまれた部分($L \approx 2,600$ m)について考える。上に述べたように冬期の地下水面勾配は約1/300であるが、夏期には水田からの水の供給が考えられ、地形勾配(図-1)などより地下水面勾配は約1/250程度と大きくなると考えられる。これらの値を用いると、

$$Q = \alpha i d L \times 24 \times 3600 = (3 \sim 5) \times 10^{-3} \times \left(\frac{1}{300} \sim \frac{1}{250} \right) \times (20 \sim 25) \times 24 \times 3600 = 45,000 \sim 112,000 (\text{m}^3/\text{日})$$

となる。すなわち、箕敷屋平野における自由面地下水流動量は、45,000~112,000 $\text{m}^3/\text{日}$ 程度と推定されるが、冬期は少なく夏期には多い。

5. あとがき

今後、年間を通じての地下水位の連続測定も行ない、地下水位の場所的・季節的変動特性を明らかにするとともに、揚水条件・境界条件あるいは補給条件をより明確にした上で数値シミュレーションによって新たな揚水に対する地下水流動特性を検討する必要がある。

(参考文献) 1) 建設省倉吉工務事務所: 地蔵社会と河川の歴史(Ⅱ), 日野川, 1982 2) 鳥取県地質図説明書(続), 1966

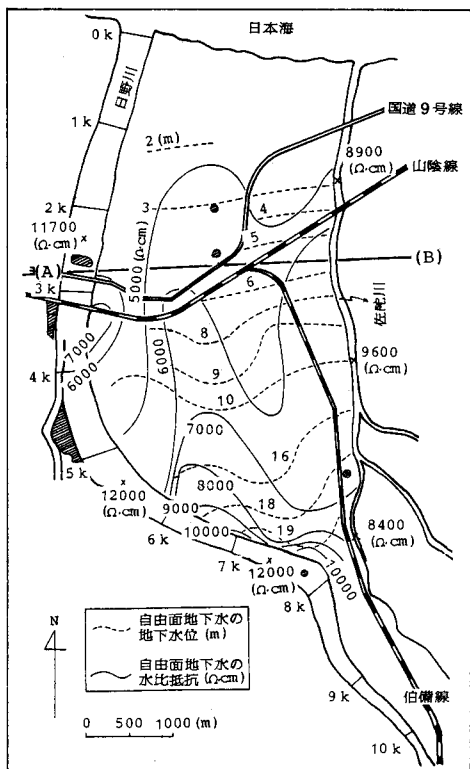


図-2 自由面地下水位と水比抵抗

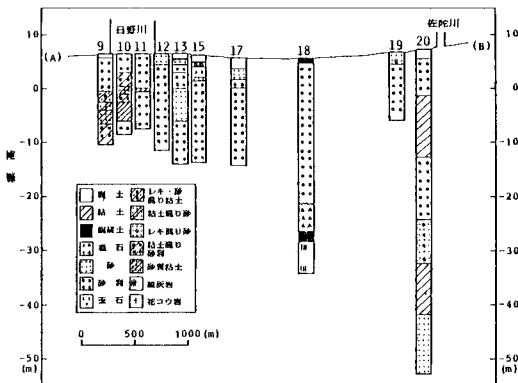


図-3 (A)-(B)断面(図-2)の地質図