関東地方の自由地下水面

山 本 莊 毅*

Groundwater Table Map of Kanto District

BY

Soki YAMAMOTO

(Abstract)

The author compiled the groundwater table map of Kanto district, referencing all the studies carried on by himself and others available for this purpose. He also examined various conditions affecting the accuracy of this map and made the accuracy map (Fig. 2), divided into three grades, Excellent, Good and Fair.

The map at 1 : 200,000 scales and with 5 or 10 meters contour intervals shows the following matters :

1. There is quite difference of the gradient of water table between the upland and the lowland, larger on the upland and less on the lowland.
2. There is remarkable discontinuity of water table to the lowland on the western upland but none on the eastern upland.
3. The phreatic divide besides topographic divide can be distinguished.
4. Suggestions about the existence and the maintainance of perched water on the upland are obtained.
5. Districts of influent seepage and effluent seepage are discerned.
6. Most of lakes on Alluvial plain are furnished by groundwater.
7. Many of the groundwater valleys are found, among these, special attention must be paid to the groundwater valleys which show the older courses of the R. Tone that changed its course even through historical ages.

緒 言

地下水位の時間的変化と空間的分布を知ることは地下水を研究する上に極めて必要なことである。地下水位は日変化・季節変化・年変化・長年変化を示すことが良く知られておりこれが研究には長い年月を要するものである。しかるにこの空間的分布、すなわち地下水面図はたつた一回限りの観測でもうることが出来る。そしてある地域の地下水面図ができればその地域の地下水の流動方向を知ることができるほか、地下水面の勾配・水脈の位置・地下水と河川湖沼等との交流関係・宙水との関係等を明らかにすることが出来る。更に水理地質学的に重要な透水層の変化(透水量係数の変化を意味する)・不透水層の変化をも察知することができる利便がある。

* 農林省農地局

相当な広がりを持つ地域の正しい地下水面図を作することは容易でない。なぜならば理想的には同時観測を必要とするし、地盤高度も正しく測定されなければならないからである。このような意味では筆者が嘗て何度か行つた日本全国の市町村役場における井戸水位の同時観測データとか斉藤叶吉氏が学生を使つて同時観測を行つてくれた群馬県のデータや清水馨八郎氏が同様にして行つてくれた千葉県のデータが貴重なものになる。しかしこれらはまだ測点の密度が粗くて全県の地下水面図を作成するには至らなかつた。

このような全県を一つとしたようなものでなくてこれよりやや狭い範囲を調査して地下水面図をつくつたものは相当ある。矢島仁吉¹⁾の武蔵野台地のものが恐らく最初で同じ地域を吉村信吉²⁾が、辻本芳郎³⁾が相模野で・谷津栄寿⁴⁾が那珂台地で・野村潤⁵⁾が入間台地で・蔵田延男等⁶⁾が前橋附近でそれぞれ広域地下水面図をつくつている。筆者は農林省農地局で1946年来日本全国の地下水調査を行い多くのデータを集積しているが関東地方において特に資料が多いのでこれらを編集して不圧地下水の地下水面図を作つて見た。

関東地方は日本最大の平野であり、日本でも人口の多いところである。地形的に見ても一つのまとまつた单元をつくつており、地質的には一つの大きな盆地構造といくつかの小さな盆地構造とからなつている。

最近この地方におけるあらゆる水資源の開発・利用と再配分の問題が大きく浮び上つてきている。ことに利根川を中心とする水利用の問題は深刻で、これに関する討論にはも早単なる地表水のデータだけでは不充分的のそしりを免れない。

なぜならば関東地方の平野というものは大部分がいわゆる洪積台地であつて河川はこの台地を開析して流れているから河川相互の分水界をきめ難いのであつて正しい議論をするためには地下水の分水界が必要になつてくるのである。

このような観点から総合的な水利用の資料を供給する意味で関東地方の地下水面図を作つた次第である。

I 資 料 の 吟 味

地下水面図を作るに当つて、なるべく既に刊行された広域に亘る地下水面図を活用するように心掛けたい。ある程度離れた、あるいは相隣る二つの地域を結びつける場合には同時観測のデータを活用するようにした。利用した資料は末尾に示す通りである。

この表には総合精度というものがあるがこれは個々の地域の測点の密度・水位変化・地盤高度の測定精

地 区 名	県 名	測点密度, 点/km ²	文 献
新田・藪塚台地	群 馬	1	
前 橋 市 周 辺	"	2	
鬼怒川流域台地	栃 木	0.4	
那珂川左岸台地	茨 城	2	
常 総 台 地	"	2	
浦和・大宮台地	埼 玉	1~2	
入間川左岸台地	"	2	
荒 川 左 岸 台 地	"	1~2	
千葉市周辺台地	千 葉	2~3	
東 葛 台 地	"	2	
武 蔵 野 台 地	東京・埼玉	2~3	
相 模 野 台 地	神 奈 川	1~2	

度・水位の測定法等を吟味して、各地域を優, (Excellent), 良, (Good), 可 (Fair) に分けたものである。

1. 測点の密度

地下水位観測点が 1km^2 に何点あれば満足すべき地下水面図が描けるであろうかという問題は難かしい。筆者はかつてこの問題について論じたことがあるが⁹⁾ その後 10 年間、実際に調査を行って見てこの提案が当をえたものであることを確認した。筆者の考えによれば大体 1km^2 に 3~4 点の測点を選べば地下水面図を完成することができるが最悪の状態でも 1km^2 に 1 点を確保することができれば大勢を知るに足る地下水面図を描くことができる。もつともこれは当然のこと乍ら、基図の縮尺によるものであつて、筆者が今述べた測点の密度は 5 万分の 1 程度の縮尺の地図を用い、10 数 km^2 以上の面積を対象にする場合のことである。1 万分の 1 とか 1 千分の 1 の縮尺になれば自ずから密度がちがつてくる。

従来の研究で測点の密度がどの位になつているかを関係範囲内で調べて見ると前表のようになつてゐる。

これらの研究の成果を編集したこの図では測点の密度が一番高いところで 1km^2 に 2~3 点であることがわかる。

2. 地下水位の変化

地下水面図を完成するに当つて問題となるのは地下水位の変化である。地下水位は種々の原因によつて変化をすることはよく知られているし、これらの変化は日変化・年変化・永年変化等に分けられることも説明を要しない。日変化は別として年変化を示す主要な原因は降水であるから降水量の年変化が大体同じ型式を示せば地下水位の年変化もある定つた型を持つてくる筈である。

関東地方の低地部 (山地部に対して) では降水量の年変化の型は余り違わないから、年によつて総量や各月の絶対値に違いはあつても、各月の相対的な多い少いという関係は変らない。降水量に非常に敏感な不圧地下水の水位は年によつて相当な差が見られるが一年を通じて最低の起る時期と最高の起る時期とは

第 1 図

大ききまってくるし、関東地方では場処によるちがいが少ない。

長年にわたる月降水量の平均値をとつて年変化を見ると関東地方では4～10月に降水量が多く、11～3月に降水量が少く、しかも8～9月に極大が現われ、12～1月に極少が現われている。

不圧地下水の水位変化も大ざっぱに見ると(第1図)極大と極少を一つづつ持つている。極大は必ず8月に現われているが極少は地区によつて多少違い、3～4月に現われるものと、8月の極大水位の直前、すなわち7月に現われるものと二つの型がある。3～4月に極少の現われる地区でも7月には二次的な低水位が現われるようである。このような議論は別に機会を改めて述べることにするがここで重要なことは地下水面図を作つた時期が何月であるかということである。

非常に偶然なことに観測を行つた時期は8月が非常に多いのである。これは恐らくこの月が官庁でも、学校でも野外調査に好適なためであろう。この理由はとも角として大体最高水位時における地下水面を示すものが多いということである。

もつとも望ましい観測値は同時観測によるものであるが場処によつては県単位でこのような資料のえられたところもある。すなわち群馬県においては群馬大学々芸学部齊藤叶吉氏の指導によつて、千葉県においては千葉大学清水馨八郎氏の指導によつて1953年8月10日午前10時を期して同大学在学の学生による一斉観測が行われたことがあり、両氏の御好意によつてこれらの資料を送つて頂き、部分によつては地下水面図作成の資料とすることができた。又筆者は1951年、52年、53年の3カ年にわたり日本全国の平野部にある市町村5,300の役場において毎年6月1日、9月1日、2月1日の3回、水位と水温の同時観測を午前9時に行つた資料があるが地下水面図作成の直接の資料とはならなかつた。農林省において畑地帯地下水調査の一環として行いつつある地域調査の資料はすべて同時観測に基くものである。

3. 地盤高度と測水との測定誤差

精密な地下水面図をつくるためには地盤の高度を何で測定するかが問題になる。又いくら地盤の高度を精密に出しても地面から水面までの深さが精密に測定されなければ意味がない。ここで精密というのはミリ・メートルの単位迄正しく測定される程度のものである。この単位で測定すれば地下水面の海拔高度が非常に厳密に計算されるがこうなると水位の日変化の問題まで考慮にいれなければならない。そしてそんなに苦勞をして見ても5万分の1や1万分の1の縮尺で地下水面図をつくれば意味がなくなる。そこで国土調査法の地下水調査の準則でもセンチ・メートルの単位でよいことにしてあるのである。

この単位をとれば測繩として綿ロープを使つても構わないので問題はない。地盤高度もこの単位でよいが水準測量を行う場合には閉合誤差として $1.5\sqrt{S}$ を採用している。もつともここで採用した地理学関係の研究者の資料は地盤高度を5万分の1又は2万5千分の1の地形図から読みとつたものが多い。この場合の誤差に関してはかつて筆者が述べたことがあるが山地・丘陵地以外では等高線間隔2m以上の図をつくれば支障がないので今回の場合には問題にならない。

4. 総合精度

この章の始めて述べたように、各節で吟味した測点の密度・水位変化・地盤と水位の測定誤差等を勘案して総合精度というものをきめ、優(Excellent)、良(Good)、可(Fair)に区分した。特に重視された要素は測点の密度であることは言うまでもない。

これらの地理的分布を示したのが第2図である。これを見てすぐわかることは関東地方で資料の全然ないのは埼玉県東松山市、千葉県手賀沼北方台地、同じく飯岡北方の台地位でこれ以外では多少の観測が行われていることである。

次に著しい特徴としてはいわゆる洪積台地の上に優が多く、沖積低地に可が多いことである。台地の上の調査は非常に進んでいるが茨城県の大部と千葉県の一部の台地は調査不十分のまま残されているのが目立つ。低地で優を示すのは利根中流の前橋附近と鬼怒川、小具川の流域だけである。後に述べた流域については国営土地改良事業と関連して繰り返し調査が行われている。

第2図 精度の分布図

第3の特徴としては優と可が多く、中間の良の区域の少いことである。つまり調査の行われた地域は少く共、ある程度以上の精度を持ったデータがえられていることを示している。

総合精度ではとりあげて議論をしなかったが作図に当つて考慮にいれられた因子について次に考察する

II 作図について

地下水面図は20万分の1の縮尺で作成した。原図は5万分の1、1万分の1のものが多かったから縮尺を行つた。

作図で問題になるのはコンターの描き方の個人差である。筆者は時々、同じデータを与えて数人の学生諸君に地下水面図を作る実習をして貰うことがあるが完成された図面を見ると単に曲線がスムーズであるとか、ないとかという問題以上の違いが出ることを経験している。これは恐らく、その地域に関する地学的な知識が全くないためあるいは少いために起る現象だと思われる。厳密な意味で正しい地下水面図を作るためには(1)地形の影響、(2)地質の違いに基く差異、(3)河川・湖沼等地表水との交流関係等を明らかにしなければならない。

地形的に明らかに不連続である台地と低地とでその地下水面が連続であるかあるいは不連続であるかは作図的な考察からもある程度、窺い知ることが出来るが最終的には現地調査をまたなければ解決しない場合が相当ある。研究者が台地を研究した場合には議論が台地上に限られ、低地との関係を議論することは少いから今回の図ではある程度筆者の判断によつて描かれたものがある註。

註 同じ台地の上でも研究者によつて地下水面の形態が全く違うことがある。(季節による違い以上に)一例をあげれば埼玉県児玉郡丹荘村附近の調査で柳下秀晴・野沢和久(資源研彙報34, 1954)と柳近(ローソその他ガリ版のもの1956, 57)のものではまるで違っている。

河川と地下水との関係についても全く同様で地下水位は測定しても同時に河水位を測定した例は極めて稀で寧ろ、河川をはさむ南岸の地下水位から幾何学的な作図を行つて出したものが多い。もつとも河床を含めて沖積氾らん原が砂又は砂礫から出きている時は純粹に幾何学的な作図からえられた結果でも間違ひはないが河床とはらん原又は河床とこれに接する沖積低地とが地質的に不連続である場合には間違つた結果をうることもある。利根川の中流地区に相当する沼田一前橋一倉賀野間や下流地区に相当する佐原一銚子間はその好例である。又沖積低地でありながら被圧水を利用して不圧水を利用していない相模川中下流部でも同じような誤りをおかし易い。

また、似たような事で本水と宙水との関係がある。本水と宙水が完全に分離していれば混乱はおこらないが地域によつては仲々困難である。筆者がかつて吉村信吉と連名で発表した千葉市西郊の台地の地下水⁸⁾においても同様な誤りをおかしている懸念がある。武蔵野台地における吉村信吉の多くの研究⁹⁾にも、原町田における増沢譲太郎の研究¹⁰⁾にも釈然としないものがある。更に半宙水が存在すると余計分離が困難になる。埼玉県の深谷市背後に展開する櫛挽扇状地で金子良が研究した結果¹¹⁾と村本達郎が研究した結果¹²⁾とを較べて見ると問題のあるところでは地下水面の形態が少し違つている註。

このような場合にはなるべくナマのデータを使つて筆者が独自の判断をした。ただし、10 m 間隔のコンターで20万分の1の図では細かい議論をするような問題が消えてしまう便利さがある。

III 関 東 地 方 の 地 下 水 面

1. 概 観

地下水面の形態は地表地形の反映であり、これを緩くしたものであるといわれている。この意味からすると関東地方の地下水面図の大勢は少く共台地上では、切峰面に似ている筈で細かい起伏は寧ろ切谷面図に似てくる筈である。

従来、作られた関東地方の切峰面図、あるいは最近貝塚爽平が作成した、幅2 km以下の谷を埋めて作つた等高線¹³⁾図と較べて見ると非常によく全体の形態がにていることがわかる。違つているといえば個々の等高線が多少屈曲にとんでる点であろう。

1) 地下水面と地形面問題をいわゆる洪積台地に限つて見ると地下水面の形態と台地の地形面との間には密接な関係がある。関東地方のいわゆる洪積台地はその模式地である武蔵野において古い方から下末吉面、武蔵野面、立川面に分けられている。この分類は主としてテフクロノロジカルに行われているが同様な観点から関東の北部、群馬県、栃木県、茨城県でも面の区分が行われている。

最も古い下末吉面について見ると精度の悪いところは別として大体地下水面の形態が複雑で屈曲にとんでいる。つまりこれらの面ではやや開析が進んでいるため、台地上を刻む小河川が台地上の不圧地下水面を露出させ、あるいは場処によつては不圧地下水を支えている不透水層中にまで河床が刻みこまれているためである。従つて地下水面の形態は台地を解析する谷の形態によつて支配されているのである。このような場処では勿論地下水が河川水を養っているのである。

東京における淀橋面、千葉附近の台地面、浦和大宮附近の台地面などはこのよい例である。

次に武蔵野面について見ると下末吉面における地下水面の形態に較べて遙かにその形態が単純である。この好例は武蔵野の大部分と相模野の大部分において見ることが出来る。

また最近筆者が農地局において調査を行いつつある下館、真壁間の常総台地においても十里木面と源法寺面とでは地下水面の形態がちがうことが明らかにされている。

また鬼怒川流域においては宝積寺面、宝木面、岡本面、田原面等が区別されているがこれはいずれも南北には長い、幅の狭い台地を形成しているため、そして観測点の数が少いため各面における地下水面の

註 扇状地上に突出した浅間山と観音山との附近で差異が見られる。金子良はこの附近の地質断面を与え本水の流出を考えているが村本達郎は宙水の不透水層について議論をしている。

形態を比較することが出きなかつた。

最も新しい立川面における地下水面の形態はその標式地である立川附近において見る限りにおいては非常に単純である。そのほかの地域においては相模野、鬼怒川流域等においてこの面が稍々発達している以外見るべきものがないので何ともいえない。

この面で問題になるのはむしろ、立川面の地下水とこれより低い沖積低地面にある不圧地下水との連続状態がどうなっているかということである。細かい議論は別として原則として不連続のことが多いようである。

低地と台地との地下水面の連続・不連続の問題は別に稿を改めて述べるつもりであるが台地の表面を扇状地性の堆積物が覆っているところ(勿論ロームは除いて)では例外なく不連続であり、海成層から出きているところでは連続である。これは水理地質学的に意義があるが現象だけについて例をあげれば関東地方の西部・北部を占める台地群はみな扇状地性あるいは河岸段丘性の堆積物で覆れているのでここでは例外なく低地と台地の地下水面は不連続である。

これに比して東部、南部の台地、特に千葉・茨城の台地では連続のことが多い。下総台地に多い“谷地田”はこのようにして形成されている。更にこの典型的な好例は埼玉県下にある浦和・大宮台地、鴻巣台地等において見られる。これらの台地では台地の地下水面と低地の地下水面とは全く連続で台地を開析した谷にそつて地下水面の谷があり、谷地田が形成されている。

台地と低地との間の地下水面の不連続はもちろん、地形的な不連続からももたらされることはいうまで

第3図 関東地方の地下水面図

もない。

これを要するに地下水面の形態の複雑度と地形の開析度との間には密接な関係があり、古い地形面にある不圧地下水の示す地下水面の形態は新しい地形面にあるそれよりも複雑である。

2) 宙水について 宙水の定義については最近稍々詳しく議論をしたが¹⁵⁾関東地方の台地における宙水の分布を見るとある一つの規則性があることに気がつくであろう。規模の大小を問わず宙水は必ず地下水面の頂上部に存在するということである。関東地方において最も大規模な宙水の発達するのは下総台地である。特に八街から多古を経て佐原に至る平坦な台地上には相当広域にわたる宙水があり、同様な現象が千葉附近、松戸、柏附近の台地にも見られる。これにつぐものが北浦と太平洋に夾まれた鹿島台地でこれらに較べれば従来報告された那珂台地⁴⁾、武蔵野台地²⁾、深谷附近の台地¹²⁾、相模野台地³⁾等における宙水域は狭いものである。

ここに述べた宙水域は全部地下水面の頂部に存在している。大体宙水域は全部地下水面の頂部に存在している。大体宙水のあるところは地形的には平坦でしかも少し円く窪んでいるところが多い。このような凹地の成因を説明するため多くの努力がなされ、宙水が存在していて、時によつてはこれが溢流するためこのような凹地又は窪地が出きると説明しているものもある¹⁵⁾。筆者はむしろ逆の考えでこのような凹地が何等かの作用で形成され、この凹地を通じて宙水の形成が保証されていると考えている。

谷津榮寿は那珂台地で地下水瀑布線の後退に伴つて宙水の消失することを述べている⁴⁾が地下水瀑布線の後退は地形の開析が進行した結果であり、開析の進行は宙水に地下水を提供している凹地の破かいをもたらすから当然の結果として宙水が消失するのである。なお千葉市西郊で筆者がかつて紹介した宙水⁸⁾は現在殆んど消失したがこれは地形の開析が進行したためでなくてこの地域に人家や道路ができて人工的に地下水のかん養を制限するような結果になつたためと考えられる。このような意味で宙水域は今後ますます減少する傾向にあると推定されるが事実はこの推定を裏書きしているようである。

いづれにしても宙水域が形成されるためには宙水を保持する不透水層の存在を必要とするが更に地表の地形が凹んでいて極端的に水を集め易くしていることも必要である。そしてこのような凹地はえてして平坦なところに存在しているのである。このような平坦なところというのは開析をうけない、あるいは崖端しん蝕の及ばない高い部分にあり、高い部分に地下水面の頂部が形成されるからこのような結果が生ずるのである。

3) 低地の地下水面 台地を開析するしん蝕谷は別として大きな河川の沿岸や海岸に展開する沖積低地の地下水面について記すことにする。

小貝川、鬼怒川、思川、渡良瀬川等の河岸低地における地下水面の形態は非常に単純であつて取り立てて説明するまでもないがここで重要なのは河川との交流関係である。これが詳細は次の章で述べるがこれらの諸河川では場処によつて地下水が河川をかん養したり、河川が地下に伏流したりしている。利根川本流においては妻沼、栗橋間で地表水が地下水化している以外は大体地下水が河川水をかん養している。但し佐原から下流においては右岸と左岸で違い、右岸では不透水性の基盤が地表又は地表近くに露出しているのでこの地下水と利根川の水とは余り関係がないが左岸の鹿島砂丘地の地下水は利根川の流れを養っているようである。

江戸川においてはむしろ地下水が江戸川の地表を養っている。荒川においても荒川の水が伏流するよりは地下水が荒川の流れを養っている傾向がある。多摩川においては場処によつてちがひ河川水が伏流したり地下水が河川をかん養したりしている^註。相模川においては河床に殆んど不圧地下水が存在していないため何ともいえない。ここでは河床に砂礫の堆積がうすく、すぐこの下に粘土層がくるので、住民は粘土層の下に被圧地下水を採水しているため、不圧地下水の状態が明らかでない。

註 佐々木実の研究によれば多摩川の沖積低地の地下水が多摩丘陵中に付流しているとしているがこのようなことはまづありえない。

海岸低地における地下水面の形態はむしろ海岸平野に浜堤列や砂丘が形成されているか否かによつてきまってくる。このようなものがない江戸川や多摩川のデルタ地帯では表面が泥質の堆積物で覆われているため不圧地下水の状態が明らかでない。

これに反して何列もの浜堤列や古い砂嘴・砂丘の発達する九十九里浜や砂丘・砂堆でできている 鹿島・波崎間の低地では砂質の部分の高い部分に地下水面の高い部分が形成されている。

低地の地下水面と台地の地下水面とを較べて見るとその著しい差異はその勾配にある。すなわち台地上の地下水面勾配は $1/100$ ないし $1/300$ であるのに対して 低地の 地下水面勾配は $1/3000$ ないし $1/5000$ という緩いものである。このような差異は勿論帯水層の透水係数の差異に由来するものである。

2. 河川・湖沼の地下水的考察

1) 河川と地下水の交流

河川の表流水が地下水と密接な関係をもっていることは陸水学の常識である。筆者はかつてこの関係をかん養しん透 (Effluent Seepage) と伏流しん透 (Influent seepage) であると説明した。かん養しん透は地下水が河川を養う方式の交流関係で伏流しん透は河川が地下水を養う方式の交流関係である。

一般にこのような交流関係がなりたつためには相接する、あるいは相接すべき 地下水と河川水との間に高度差のあることが必要であるが河床を構成する物質が河岸の 沖積低地を構成する物質と連絡しており、しかもそれが透水性の物質であることを必要とするのである。関東地方の河川は河床の構成物質からいうならばいずれも上流型あるいは中流型に属するものが多いので河川と地下水との交流が密接である。

両者の基本的な関係はむしろ地下水が河川水を養うかん養しん透であることはいうまでもない。河川という概念には河床が存在するだけでなく、河床に流水があることを意味していた。だからたとえ流量に増減があつても、相当長期間に亘つて降雨がなくとも流水が漸えないことを前提としている。そしてこの前提は河川が地下水によつて養われているという保証がなければならぬのである。

このような意味で関東地方の河川を見直して見ると五行川を上流にする 小貝川は完全に地下水によつて養われ、上流から下流へと成長してきている河川である。鬼怒川は中流において、思川も中流において、渡良瀬川も中流において、利根川は妻沼より上流において、荒川は全域において、同様の関係がある。

これに反して河川水が地下に伏没してしまう伏流河川は急傾斜地の 天井川や扇状地の水無川によく見られるが普通の沖積低地でもこのような現象が見られる。このような 河川を関東地方において探すと栃木県の巴波川、渡良瀬川下流、利根川の毒沼・栗橋間等がその 代表的な例である。

多摩川は左岸からかん養して右岸から伏流するとか、あるいは全然中立の関係とかの状態である。

利根川下流と相模川下流とは殆んど地下水と没交渉である。

河川の表流水が地下水とどのような交流関係をもつかを明らかにすることは沖積低地における地下水利用に際してどうしても明らかにしておかなければならない重大事項である。すなわち集水暗渠を最も効果的に働かせるためにはこのような伏流地帯に埋めるべきで伏流状態になればたとえポンプで吸引しても人工的に伏流を起すことは困難である。

大河川の側に伏流を期待して作つた等の井戸の湧水量が少くて困つたことは屢々報告されており、最近、筆者のきいたところによると日光の中禅寺湖畔でももの 30 m も離れない場処に掘つた井戸から一滴の水も出なかつたということなどから考えると矢張り最初に伏流状態になつているか否かを調査してかなければならないことを痛感する次第である。

栃木県において集水暗渠が成功しているのはこれら 河川における伏流を旨く利用した結果にほかならない。

利根川の下流や相模川の下流が地下水と直接関係をもっていないということはこれらの河川が単なる排水用の導水路としての意味しか持つていない無能河川であることを示している。有能な河川とは地下水に

よつて断えず補給されており、いかなる旱魃においても流量がゼロに近くなることがないような河川をいうのである。

次に重要なことは地下水と排水路の関係である。排水路は自然の流路を利用することもあるが人工的な河川であると考えてもよい。人工的な河川である排水路が排水の役目を果たするためにはこれがかん養しん透を行うことを必要とし、かん養(排水)された水は下流に伝達されなければならない。

ところがこの水路がたまたま、地下水面の高い逆傾斜のところに遭遇すると旨く排水できなくなることがある。つまり運河などで断面が充分ない時は地下水の排水が旨く行かず運河の途中で地下水にかん養された水路の水面が高くなつてしまい排水されない場合が生じる。天保年間に行われた印旛沼の東京湾排水が失敗に終つたのはこの好例で享保年間に行われた椿海の干拓が成功したのと較べて対蹠的である。

これと全く同じ例が鹿島にもある。北浦の排水をするために作られた堀割川がこれでこの水路も砂丘地の地下水面の高いところを通過しているため水が流れられない。つまり、北浦と太平洋で水位差が40 cmしかないのに、地下水面の差が2 mもあるのであるから流れる筈がない。現在は水路の真中である居切附近の水位が一番高く、ここから北浦と太平洋の両方に水が流れている状況である。

2) 利根川の流路について、利根川の流路の変遷は目覚ましいものがあり、歴史時代に入つてからも多くの変化が記録されている。利根川が現在の流路をとつたのは徳川時代にはいつてからのことでそれ以前の利根川が現在の江戸川にそそいでいたことは既に定説になつている。問題は関宿から上流で名和から下流の間における変遷である。

これらの中で既に指摘されているものがいくつかあるがその主要なものは庄内古川にそうもの、古利根川にそうもの、元荒川にそうもの、綾瀬川にそうもの等大体中川の系統に属するものが多い。そしてこれらの河谷に相当するところに地下水谷が存在している。

ここで特に問題にしたいのは現在の荒川にそう地下水谷も利根川につづいていることである。熊谷附近は非常に地下水の多いところで荒川の伏流が多いと考えられ勝ちであるが別の利根川の系統の地下水もあることを忘れてはならない。

一番古い利根川の流路が現在の荒川の流路であつたことについては既に東木竜七がこのような推定をしている¹⁶⁾。恐らく関東構造盆地運動の進行に伴つて利根川は北東に流路をずらしてゆき、同時に南東に対しては先行性の河谷をつくつて行つたのであろう。東京附近における低湿地帯の形成は恐らく貝塚夷平の指摘¹⁷⁾する東京・松戸間に分水界をもつ造東京湾運動があづかつていると思われる。

3) 湖沼について 関東地方の低地にある湖沼はいずれも堰塞湖である。あるものは沖積世初期の海侵によつて出きた沈水谷の出口がせきとめられたと思われるものがある。潤沼、北浦、霞浦等はこのよい例である。他のあるものはしん蝕谷の出口がせきとめられて出きたものである。印旛沼、手賀沼、牛久沼等の千葉茨城に多い湖沼はこのよい例である。

このような湖沼は直接の流域としては大きな面積をもっていないにも係わらず多量の水を貯溜しているのは何故かという地下水によつて支持されていると考えざるをえない。勿論これらの湖沼が大きな地下水谷に相当していることは地下水面図からも明らかなことであるが湖沼によつては被圧地下水が噴出しているものもあるようである。印旛沼では昔から湖底に湧水があり、佐久知穴と呼ばれていることが赤松宗坦の利根川図誌に書いてある。

最近の傾向としてこのような湖沼、特にしん蝕谷に発達した小湖沼の水位が低下し、湿地化しつつある。これは湖沼の遷移からすると湖→沼→沼沢の方向に向う一般的傾向を辿りつつあるにすぎないが人工的な原因による地下水かん養能力の減少がこの傾向を促進していると見られる節もある。

このような傾向は天然の干拓事業と見ることが出来るから少し手を加えることによつて干拓を行うことが出来る。利根川本支流にそう湖沼の干拓は着々進行しつつあり、特に大きな事業としては印旛・手賀の干拓事業がとりあげられている。これらの干拓計画には降水による流出高の計算のほかには地下水による流

出をも計算にいれなければならない。

結 語

地下水面図の精度に関係すると思われる種々の事項について吟味を行いつつ、関東地方の地下水面図を作つて見た。この図に示される地下水面の海拔高度は大体8~9月におけるそれと考へてさしつかえない。

この図から台地と低地とではまるで地下水の性状がちがうこと、同じ台地では開析度や地質によつて地下水面の形態がちがうこと、宙水の分布が主地下水面の形態と見掛上の関係があること、河川・湖沼との関連河川流路の変遷等を窺うことができた。

このような資料が整えば伏流水を採水したり、集水暗渠を埋没したり、運河・排水路を掘さくしたり、湖面干拓をしたりする土木工事に多くの示唆を与えることが出来ると思われる。ただし、このような工事の設計資料を提供しようとするにはまだ材料不足で更につつこんだ地質資料の解析が必要である。これらの資料も既に整つているから統報として報告したいと思つている。序で述べた地表地形による河川の分水界と地下水の流出分水界とによる流域面積のちがひもここで検討すべきであつたがこれも春先きにおける地下水の最低水位期における地下水面の形態を吟味してから行うことにした。

不備の点は今後補うことにして本報文を草した次第である。

参 考 文 献

- 1) 矢島仁吉：武蔵野台地の地下水，陸水雑，Vol. 5, No. 4, p. 125-136, 1953.
- 2) 吉村信吉：地下水，河出書房，1942.
- 3) 辻本芳郎：相模野の地下水，陸水雑，Vol. 7, No. 3, p. 98-112, 1937.
- 4) 谷津栄寿：那珂台地の地下水，陸水雑，Vol. 15, No. 1, 2, 1950.
- 5) 野村潤：入馬台地における地下水の研究，1959，日本地理学会講演要旨，1959.
- 6) 山本荘毅：地下水調査における観測点の選び方，大塚地理学会論文集（田中啓爾論文集）p. 31-37, 1950.
- 7) 山本荘毅：地下水調査の際地盤高度を地形図から読みとる場合の精度について，地学雑，Vol. 66, No. 4, 1957.
- 8) 吉村信吉・山本荘毅：千葉市西郊下総台地の地下水，陸水雑，Vol. 6, No. 2, 1936.
- 9) 吉村信吉：武蔵野台地東部大泉地下水瀑布線及び附近諸地下水堆の精査，地評，Vol. 19, No. 11, 12, 1943.
- 10) 増沢譲太郎：相模野附近原町田附近地下水の補促調査，陸水雑，Vol. 14, No. 2, 1949.
- 11) 金子良：ローム台地の水（第2報）開拓研究，Vol. 2, No. 4, 1955.
- 12) 村本達郎：荒川扇状地の研究（第2報）埼玉大学紀要，Vol. 4, 1955.
- 13) 貝塚爽平：関東平野の地形発達史，地評，Vol. 31, No. 2, 1958.
- 14) 山本荘毅：宙水について，地理学，Vol. 2, No. 10, 1957.
- 15) 吉村信吉：武蔵野台地東部大泉保谷附近台地の浅い窪地々形，地評，Vol. 19, No. 5, 1943.
- 16) 東木竜七：関東平野の微地形学的研究，地評，Vol. 6, No. 9, 10, 1930.
- 17) 貝塚爽平：武蔵野台地の地形変位とその関東造盆地運動における意義。
× × × × ×

地下水面をへんさんするに当つて参考にした研究。報告書は次の通りである。

- 1) 辻本芳郎：相模野の地下水，陸水雑，Vol. 7, No. 3, 1937.
- 2) 山本荘毅：秦野盆地の地下水，地理学，Vol. 8, 1940.
- 3) 金子良：相模野における地下水水位の分析，農業土木研究，Vol. 21, No. 5, 1953.
- 4) 矢島仁吉：武蔵野台地の地下水，陸水雑，Vol. 5, No. 3, 1935.
- 5) 矢島仁吉：秋留盆地の地下水，陸水雑，Vol. 6, No. 4, 1936.
- 6) 吉村信吉：地下水，河出書房，p. 42, 1942.
- 7) 稲見悦治・栃木義正：多摩川河水と沿岸地下水との関係，地評，Vol. 23, No. 3, 1950.
- 8) 郷原保真・豊田環吉：立川市の地下水，資源研彙，No. 29, 1953.
- 9) 小峰勇：三鷹市における地下水の地理学

- 的研究, 三鷹市. 1956.
- 10) 佐々木実・橋本稔: 多摩川中流沿岸の地下水, 土地改良. Vol. 7, No. 12, Vol. 8, No. 1, 1957, 1958.
 - 11) 農林省: 玉川用水羽村堰附近の地下水 (未発表)
 - 12) 山本荘毅: 浦和大宮台地の地下水の地理学的研究, 陸水雑. Vol. 10, No. 3, 4, 1940.
 - 13) 金子良: 田地野直哉, ローム台地の水 I, 開拓研究. Vol. 2, No. 1, 1949.
 - 14) 柳下秀晴・野沢和久: 埼玉県児玉郡神川村南部の地質と地下水, 資源研彙. 34, 1954.
 - 15) 村本達郎: 荒川扇状地の研究 II, 埼玉大学紀要 IV. 1955.
 - 16) 柳進: 児玉郡身馴川流域における地下水研究, ローム. 1956.
 - 17) 柳進: 本庄市における地質と地下水. 1957.
 - 18) 野村潤: 地下水の水質とその起源, 日本地理学会講演要旨. 1959.
 - 19) 山本荘毅・谷津栄寿: 荒川右岸台地の地下水 (未発表)
 - 20) 農林省: 岩槻市畑地帯地下水調査報告書. (未発表)
 - 21) 農林省: 国営荒川地区地下水調査報告書. (未発表)
 - 22) 山本荘毅・小沢武雄・片山朝興・上原健作: 河谷の地下水 III, 渡良瀬川の地下水, 地評. Vol. 26, No. 9, 1953.
 - 23) 三井嘉都夫: 渡良瀬川河畔の地下水, 法大文学部紀要. 4, 1958.
 - 24) 蔵田延男・尾崎次男・後藤隼次: 中利根工業用水地域調査報告, 地質調. Vol. 9, No. 12, 1958.
 - 25) 農林省: 館林市畑地帯地下水調査報告書. (未発表).
 - 26) 山本荘毅: 大間々扇状地の地下水, (未発表).
 - 27) 鈴木好一・佐々木実・上原健作: 宇都宮市北方の宝木用水沿線の地下水, 資源研彙. No. 22, 1951.
 - 28) 山本荘毅・谷津栄寿・品田毅・星野朗・中村清史: 鬼怒川流域の地下水, 地評, Vol. 27. No. 6, 1954.
 - 29) 農林省: 栃木県壬生開拓地地下水調査報告 (未発表).
 - 30) 農林省: 小山市畑地帯地下水調査報告書. (未発表).
 - 31) 吉村信吉・谷津栄寿: 水戸市の地下水の水質, 水協. No. 149, 1947.
 - 32) 谷津栄寿: 那珂台地の地下水, 第 II 報, 陸水雑. Vol. 15, No. 1~2, 1951.
 - 33) 西条八束: 下館町の地下水, 地評. Vol. 26, No. 3, 1953.
 - 34) 渡辺和衛: 行方台地の地下水 (未発表).
 - 35) 農林省: 鹿島南部の地下水 (未発表).
 - 36) 農林省: 常総台地深層地下水調査報告書 (未発表).
 - 37) 吉村信吉・山本荘毅: 千葉市西郊下総台地の地下水, 陸水雑. Vol. 6, No. 2, 1936.
 - 38) 山本荘毅: 銚子附近の地下水, 地理学. Vol. 11, No. 8, 1943.
 - 39) 井関弘太郎: 松戸市北部下総台地の地下水, 陸水雑. Vol. 13, No. 4, 1944.
 - 40) 米谷静二: 成田市の地下水, 地評. Vol. 21, No. 1, 1948.
 - 41) 川合元彦・九十九里海岸平野の陸水, 地評 Vol. 22, No. 2, 1950.
 - 42) 谷津栄寿・高持長康: 千葉県椿海干潟地の地下水及び地表水について, 資源研彙. No. 22, 1951.
 - 43) 山本荘毅・山岸忠夫: 千葉市近傍地下水調査報告書, 千葉県. 1955.
 - 44) 農林省: 八街市畑地帯地下水調査報告書. (未発表).
 - 45) 山本荘毅・塚田正・小沢武雄: 多古町附近地下水調査報告書 (未発表).
 - 46) 農林省: 佐原市畑地帯地下水調査報告書. (未発表).
 - 47) 山本荘毅: 八日市場市地下水調査報告書. (未発表).
 - 48) 山本荘毅: 旭市地下水調査報告書 (未発表).
 - 49) 農林省: 東葛北部地下水調査報告書 (未発表).
 - 50) 宮川暢三: 松戸市附近の地下水 (未発表).
 - 51) 山本荘毅: 印旛手賀干拓地地下水調査報告書 (未発表).