

建設省近畿地方建設局 正員 〇前田 諭

東京大学生産技術研究所 正員 虫明 功臣

東京大学工学部 正員 高橋 裕

1. はじめに

本報告は房総丘陵の小糸川を事例として河川の低水流出供給源を調査研究したものである。小糸川は流域面積131.6 km²の中小河川で、房総半島南部に位置する。小糸川の低水流況の特徴を浮彫りにするため千葉県内主要3河川と比較すると図1のようになる。これら4河川のうち小糸川が最も安定した流況を示し、特に低水から渇水にかけての安定性は著しい。

また、流域の農業用水状況（昭和40年度）を比較すると河水よりの取水量1 m³/s当りの灌漑面積が養老川、湊川が概ね500～600 haであるのに対して小櫃川が373 haと小さく、小糸川は713 haと最も大きい。このような事実から、小糸川の低水時流量は他河川に比して特異な安定性を示すと言える。

この理由を究明し、この地域で近年急速に進められている土地造成が小糸川低水流

況にいかなる変化を及ぼすかを明らかにするのが本調査研究の最終目標である。今回の報告は、最終目標にいたる前段として、小糸川における低水流量の供給源を、流域の地質を一指標として調査したものである。

2. 調査前の作業仮説

低水時流量は一般に地下水流出成分によって構成されると考えてよい。地下水流出は流域の帯水層の性格に左右される。この帯水層の性格を流域の地質によって表わしうるとするのが、本研究の立場である。

小糸川流域の地質は、中流部粟倉付近を境として大きく2つに区分できる。上流域は第3紀層の泥岩、砂岩あるいはその互層からなり、下流域の丘陵・台地は第4紀洪積層で一部に硬質粘土層を含むほか大部分が砂層よりなり、しかもロームの被覆面積が大きい。したがって、調査上の作業仮説として、流域をこの2大ブロックに大区分し、第3紀層では小糸川の低水時流出に対する寄与率は低く、第4紀洪積層ではそれが高いという推論のもとに調査を進めた。さらに、流域の地質構造と関連して、この流域内には多数の自噴井が分布する。この自噴水量とその変動も小糸川低水時流量の構成要素として重要であり、調査の重点課題である。

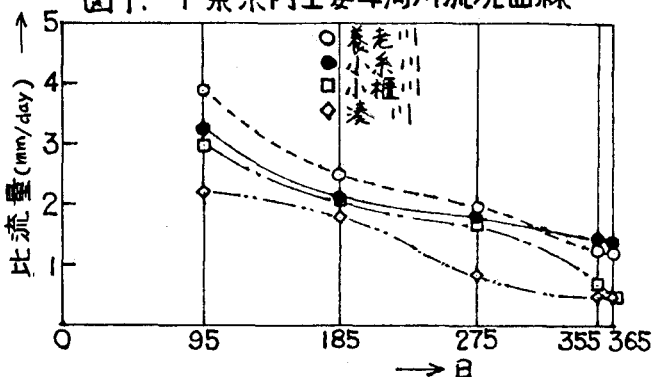
3. 低水時流量観測

小糸川流域における低水時流量の空間的な分布を把握する目的で昭和49年1月27日（無降雨50日目）に小糸川本川沿いに本川・支川の流量を17地点で同時観測を行なった。本川の観測地点の位置を図2、測定結果を図5に示す。図5をみると中流の3地点で流量が急増している。この流量急増の要因を、自噴井からの成分と流域の地質による影響に分けて、以下に概説する。

4. 自噴井実態調査

現地調査を重ねるうちに小糸川流域には多数の自噴井が存在し、これらの自噴水量が小糸川低水流量に対してかなりの寄与率をもっていることが判明した。地元の井戸職の人の推定によれば、つぶれた古い井戸も含めて流域内に1000本以上あるといわれる。そこで既往の自噴井調査資料をさがし求める一方、実態調査を昭和49年8月～9月にかけて行なった。大まかな自噴井分布図を頼りに中流域の中島・大井戸を中心とした

図1. 千葉県内主要4河川流況曲線

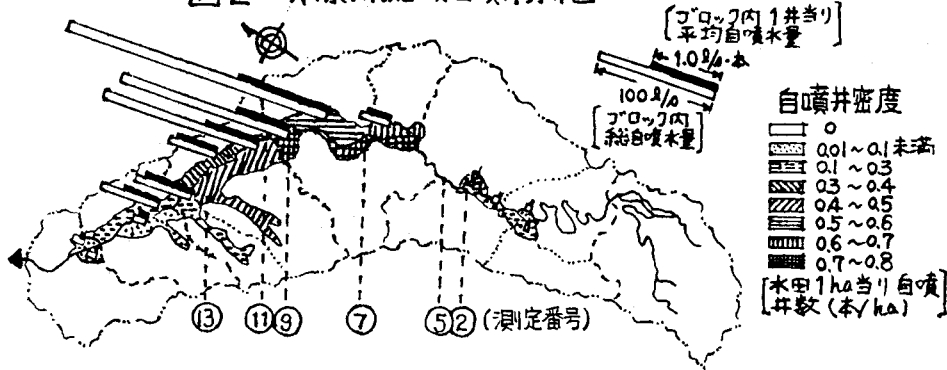


地区の一軒一軒をたずね、自噴水量、その季節的および長期的変動の有無、掘削年代、深度、口径、用途、灌漑面積および将来の井戸保持に対する意識などの項目について総数 117 本の井戸の実測と聞き取りを行なった。主な結果を以下略記する。

- ①直接聞き取りのできた86本の井戸のうち水量の季節的変動があると答えた井戸は1本(最も浅い井戸で、深度13m)のみで、他はすべて季節的に変化しない。また、長期的に水量が減少している井戸は86本中80本で、減少していない井戸6本はすべて最近10年以内に掘られた新しい井戸であった。
- ②各井戸の自噴水量は井戸の地高、採取帯水層の深度、掘削年代および口径等の要素に影響され、その大きさはかなりばらつくが、両地区の1井当たり平均自噴水量は1.33ℓ/sと大きい。また水量は新しい井戸で一様に大きく、使用年数10年以内の井戸(9本)は最大で12ℓ/s、1井当たり平均5.63ℓ/sであった。
- ③掘削年代が100年以上も前のものがあるが、水田灌漑用として明治29年頃より急速に掘られるようになった。しかし、掘削数は大正期がピークで、次第に減少してきた。

④流域内のほとんどが昭和36年に建設された三島ダム用水を引いており、水田灌漑用としての直接的

図2 小系川流域自噴井分布図



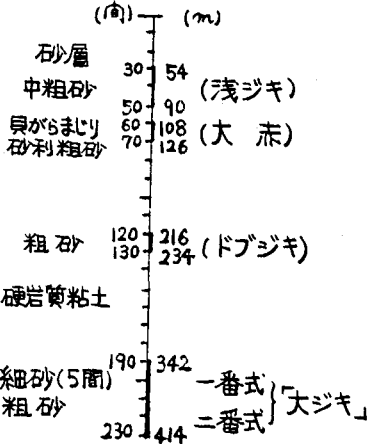
な役割をほとんどもたなくなった自噴井も多い。最近10年以内に掘られた井戸はすべて園芸栽培・畜産用のものであった。

そこで、これらの実態調査結果をもとに流域内総自噴水量を次の様にして推定した。上流部は大野台・鎌滝から、下流部は杵師・貞元までの範囲を対象として、

$$[\{(\text{昭和45年度水田面積}(\text{ha})) - (\text{自噴井普及以前の明治15年度水田面積}(\text{ha}))\} - (\text{ポンプ灌漑面積})] \times (\text{両地区の水田1ha当り平均自噴水量}(\ell/s \cdot \text{ha}))$$

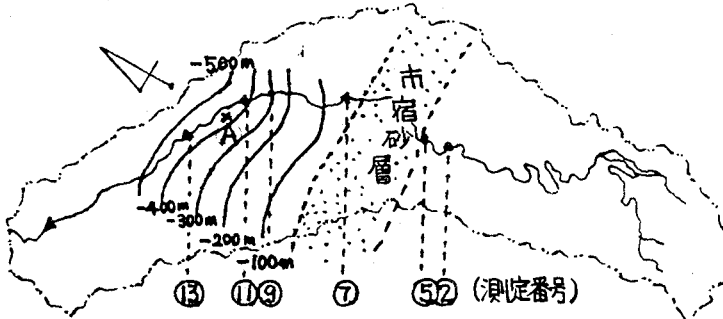
という式で算出した。これは三島ダムによる開田面積が非常に小さいこと、明治15年には自然水利条件下で

図3. A地点の地質柱状図



可能な開田は終了していること、および自噴井は開田のために掘られたという事実のもとに立式された。この計算結果は0.81m³/sとなった。一方、既往の自噴井調査資料をさがし求めた結果はほぼ全数調査に近い

図4 「大ジキ」の等高線図



と思われる「農業用地下水調査資料」（昭和42年）を入手した。下流域の君津地区の調査に曖昧さがあるため昭和50年1月～2月に馬登・宮下川流域の自噴井全数調査（93本）を行ない、先の実態調査結果も参考にしてこの資料を整理した。これを集計すると総数が822本で、流域内総自噴水量は $0.66 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、この値は小糸川濁水流量 $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ のおよそ $\frac{1}{3}$ 強を占める。本来、河川表流水と無関係な深層被圧地下水成分約 $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ が小糸川低水流況の特異な安定性に大きな寄与をしていることを定量的に把握できた。また自噴水の空間的な分布状況をブロックごとに比較させながら示すと図2のようになる。これを見ると中流小糸地区に著しく集中しており、本数・自噴水量とも豊富である。先の推定値 $0.81 \text{ m}^3/\text{s}$ はこれら自噴密度も、一井当たり平均自噴水量も大きい地区に基づいた計算のためやや大きめの値となったと推測される。本流域の地質構造は被圧地下水を発生しやすい単斜構造であるが、帯水層構造はかなり複雑な様相を呈している。図3は図4のA地点（小糸地区中島小学校）における地質柱状図で、右側部分に地元の人たちがよぶ帯水層の名前を示した。このうち中～粗粒砂からなる厚さ70 mぐらいの「大ジキ」といわれる帯水層が最も水量に恵まれ、よく利用されているが、「大ジキ」のうち「二番式」といわれる帯水層が特に水量が多いといわれる。「大ジキ」は市宿砂層と推測できるが、図4にこの層の位置と井戸職の人の聞き取りやボーリング資料から作成した「大ジキ」の深度状態を示す。図2と関連させてみると市宿層の帯水層としての位置と深さの状態が流域の自噴井分布に大きく影響していることがわかる。

5. 自噴水成分を除いた小糸川低水時流量分布の特徴

人為的に流出してくる深層被圧地下水成分を除いて、自然的状態での小糸川低水時流量の分布を図5に示してある。3.でのべた流量急増の要因は自噴水の流出による点が多いが、地下水流出成分の急増による影響も大きい。とくに、⑤—⑦区間を境にして上流域と下流域と区分してみるとこれら2つの地域の間に地下水流出成分の分布特性に明瞭な差異があることが認められる。これは小糸川流域が地質的に⑤—⑦区間を境に上流域が第3紀層（相対的に固結状態）、下流域が第4紀層（相対的に未固結状態）から成り、この地質の相違が低水時流出量に差を生じさせているものと考えられ、調査前の作業仮説が裏付けられる。

以上調査例で示したように、種々の地質で構成された流域の場合、流域の地質が低水時流量供給源の空間的分布を把握するための指標として有効であろう。

図5. 小糸川低水流量分布図

