

流減の地下流出量に関する推測

九州大学農学部 竹下 敬 司

山地の水源地帯からの流出は、一部は伏流あるいは地下水流となるが、地下での水の動きがにぶいと判断されるところからか、その量は、さして大きくはなくて、大部分は地表の溪流や河川流となって流下するものと考えられているようである。即ち、流量観測値をもとに水収支や流況等を検討する場合、目にはふれない地中を流下する水量は、その比重が小さく、無視して検討を進めても差支えないのではないかと考えられていることが少なくないようである。

筆者は最近、20数個の山地河川の流量値と夫々の流域の土地条件との関係を検討する機会を得たのであるが、その結果から推測すると、地中の流れは決して小さくはないものと判断された。

通常、洪水性の流量は、その流出が早く、土壌表面ないしは表層を経由するものと考えられていることから、地下部の流出との関係はうすく、これに対して、湧水〜平水流量等は、地下に浸透した水が溪床等へ再浸出して流下するものであるから、伏流や地下水流とは相対的に正負の関係にあるものと考えられる。

一方、湧水流量は年降水量の多い流域ほど大であり、また、豊水や35日流量等の高水位の流量値が低く、年間を通じての流量が均等な河川ほど大であると考えられ、このことから、単純には水源かん養機能の高い流域ほど、即ち、地下の貯留容量が大きく、しかも浸透能の大きな流域ほど、湧水流量は大になるとみなされている。つまり逆にみると、湧水流量の低い流域は、浸透性が低いか、土層ないしは基岩の貯留容量が小さいかのいずれかと考えられていることが多いようである。湧水流量は、地下の流出量が大きくなると減少するので、果して、このように割切って考えてよいか疑問となる点である。

1 調査事例

a トンネルへの漏水が地表へ及ぼす影響

トンネルの掘さくが地下水を含む破碎帯に及ぶと、多量の地下水が漏水して、山体の水貯留空間に空隙が出来る。その影響が直ちに地表に及んで、地表水が地中深層へと浸透する傾向が強くなり、谷の流量の減少を来している。このような現象が、結晶片岩地帯で2

例、花崗岩地帯で1例、古生層地帯で1例ほど調査する機会を得た。その場合の減衰の影響範囲は大きく、地中の地下水帯が不飽和となった場合、それを補給するための地中での導水網が極めてよく発達していることを意味している。極端な場合、それまで流れていた谷の流れが、急に地中へと消失する事例が見出されている。

b 地下水の汲み上げによって山麓の地下水位が低下した場合

山麓低地の地下水位が、過度の地下水汲上げ等によって低下した場合、これに連なる山体内の地下水位も低下する傾向があり、そのため、谷の流量が減少している場合が見出される。

北九州市周辺の紫川、板びつ川などは、いずれも中〜古生層の硬岩区(破碎帯分布)に属しているが、年降水量が2,000mm以上の流域にも拘らず湧水比流量は $0.6\text{ m}^3/\text{s}$ 程度しかなく、九州地方では最も少い部類に属している。おそらくは、周辺の地下水位の低下によるものと推察される。

c 火山岩等の現地形の下に古い古期岩の地形が埋没されている場合

火山岩は割目が多く、温泉風化をうけるなど浸透性が高いが、不整合堆積を示す新しい基岩であるため、その下に現地形とは分水界を異にする古い地形を埋没していることが多い。従って地中深く浸透した水は、地下に埋没された旧地形に応じて流出する傾向が強くなり、河川の流量は、往々、地表で判定された集水面積とは異なる面積に対応して流出する。九州中北部の河川を検討した結果では、地表地形に対応して流出している例の方が少いようであった。図-1に示す矢部川の流況曲線は、年降水量は類似しているにもかかわらず、那珂川にくらべて低値を示すのはその例であろう。

d 断層・破碎帯の線構造に沿った谷や傾動地層に従った谷の位置に上下の差がある場合

断層破碎帯では地中深く水が入り、傾動地層でも深層の地下水流が生じている。このため、地下から溪床や河床への水の浸出量は、上流では相対的に少く、下流では多く、これに応じて比流量は山間部の場合、流路の位置が深い谷ほど大となる傾向が強い。図-1に

示した矢部川と今川が相対的に少い流量となっているのは、この例に該当するものと想定される。

e 非対称山地の場合

第三紀層のように比較的新しい地質の場合、地中の水は傾動した地層に沿って移動し、このため比流量は逆層地形よりも順層地形の流域で大となることが多いと考えられているのであるが、破碎の著しい古期岩で形成された傾動地塊や、多孔質の火山砕屑岩で構成されたカルデラのような非対称山地では、地中水は地層に沿って動くとは限らず、むしろ、相対的に傾斜が急で深い様相を示す逆層の斜面流域に容易に流出するようである。即ち、割目の少い非対称山地では実質的な分水線が、現地形の分水線よりも、急な逆層斜面側に移行する傾向を示すのに対して、割目の多い非対称山地では、緩な順層側に移動することが考えられる。図-1の白川は多孔質のカルデラ急斜面内の流域に属しているのに対して外輪側の大矢川は背面の緩斜流域を流れる河川であるが、前者の比流量が多く、後者の流量が少ないのは、このような場合の例であろう。

2 考察

(1) 上記の地中水の動向と地形・地質との関係は、概念的には既によく知られている現象であるが、ただ

それらの、溪流や河川の流量に及ぼす影響が、具体的にどの程度の量であるかが判っていないのが問題として残されているようである。

図-1に示す各河川の平年流況曲線が大巾に異っている事は、各流域の年降水量や流量均等化機能が違っていることに、その理由を求められる面もあるが、それよりも、上記の地下流出量の違いに求めることが出来そうである。

(2) 図-1に示す那珂川と白川とは、共に年降水量2,700mm内外で、他流域からの若干の地下流入が予想される河川であるが、その流況曲線は大きく異っている。前者は開析山地、後者は火山性の緩地形に属する河川で、この曲線形の差は流量均等化能の差によるものと考えられる。

この両曲線は平水流量付近で交差しており、このことから、たとえ調節機能は異っても、年降水量、流出率が同じであれば、平水流量は似通った値を示すことを示唆している。逆に、年降水量は同じでも、平水比流量が異なる流域があれば、それは地下流出量の大小によって、年流出率を異にするものと考えることが出来そうである。これらの事柄は、今後さらに検討して結論を導くことが必要であるが、このような基準比流量との差によって、地下流出量を推測しえそうである。

図-1 異なった形状を示す河川の平年流況曲線

