

山梨大学大学院 学生員 伊藤峰人

山梨大学 正会員 竹内邦良

山梨大学 正会員 石平博

1.はじめに

富士北麓に位置する山中湖を源流とする相模川は、流域内外の貴重な水供給源であり、近年の人口増加及び観光や産業の進展に伴い、その役割がさらに重要視されている。しかし、無尽蔵に見える富士の水資源にも富士五湖における異常渇水に見られるような危険な兆候が現れてきている。本研究では、流域水収支に基づき、富士北麓地域の地下水帯貯水量の推定を行い、その長期変動傾向について検討した。

2.流域水収支に基づく集水域の特定

本研究の対象流域である相模川上流明見地点流域は、地下流域界が不明であり、地形図だけではその特定が困難である。ここでは、伊藤ら(1999)が流域水収支に基づき推定した集水域(図-1)を用いる。なお、水収支式は以下のように表される。

$$\Delta S = (P - E)A - Q \quad \cdots (1)$$

ΔS : 流域内貯水量変化量 P : 降水量 E : 蒸発散量
 A : 流域面積 Q : 流出量(観測値)

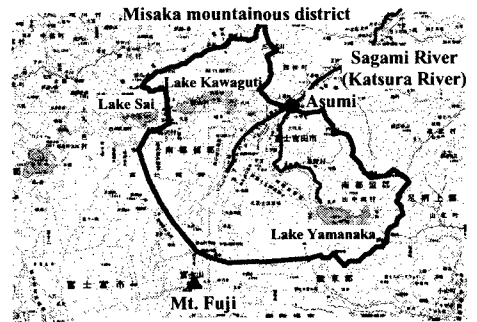


図-1 流域水収支に基づく集水域

3.降水量の推定

明見地点流域内には富士山や御坂山地などがあり、このような山岳部における降水量は、ある高度までは標高とともに増加する。また、富士山麓の降水量は東部から南東部にかけて多いとされ、標高だけに依存している訳ではない。しかし、対象流域内のアメダス観測地点は河口湖・山中の2地点であり、この2地点のみで富士山麓の降水量分布を把握するのは極めて困難である。そこで今回は、降水量の時空間的分布を考慮するために、1995～97年のレーダーアメダス解析雨量データを使用し、流域雨量の推定を行なった。以下にその手順を示す。

- ①時間単位のレーダーアメダス雨量データより、明見流域上の各レーダーアメダスメッシュにおける日降水量: $P_g(x, y)$ を算出する。
- ②各メッシュ中の流域面積: $A_g(x, y)$ を計測する。
- ③次式より、流域日降水量: P_{RA} を算出する。

$$P_{RA} = \sum \frac{P_g(x, y) \times A_g(x, y)}{A} \quad \cdots (2) \quad A: \text{流域面積}(281.8 \text{ km}^2)$$

- ④レーダーアメダス解析雨量データが無い年についても、上記の面積雨量に相当するものを得ることを目的とし、流域日降水量: P_{RA} を目的変数、河口湖および山中湖におけるアメダス日降水量: P_K, P_Y を説明変数とし、重回帰分析を行う。その結果、以下の式を得た。

$$P = 0.550 P_K + 0.442 P_Y + 0.264 \quad \cdots (3) \quad \text{決定係数: } R^2 = 0.954$$

- ⑤重回帰式(3)より、レーダーアメダス解析雨量データが無い年についても、河口湖・山中のアメダス日降水量データを用いることで流域日降水量: P を推定する。

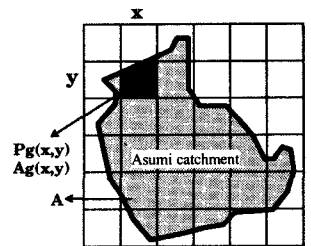


図-2 流域雨量推定の概念図

キーワード：地下水帯貯水量、流域水収支、長期変動

連絡先：〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 Tel 055-220-8602 Fax 055-253-4915

4. 富士北麓における地下水帯貯水量の長期変動傾向

ここでは、流域水収支解析により、流域地下水帯にどの程度の貯水量があるかを推定する。まず、A、P、E、Q を式(1)に与えることにより日単位の ΔS を計算し、さらにこれを長期累加($\Sigma \Delta S$)する。この $\Sigma \Delta S$ の変動を、流域内の地下水帯貯水量の変動とした。ただし、この手法により得られる推定値は、以下のような重大な仮定を含んでいる。

『①推定した流域界での地下水交換(流出入や漏水)はない。②降水量の推定は正しい。③蒸発散量の推定は正しい。④利水用の取水が与える影響は小さい(無視できる)。』

②、③の仮定においては、 ΔS は水収支式にA、P、E、Qを入力し、その残差として計算されるため、その値を長期累加した $\Sigma \Delta S$ にはP、Eそれぞれの推定誤差(収支誤差)が蓄積される。Pの誤差はプラス、マイナス一方に偏った誤差とは考えにくく、長期間では相殺する部分が多いと思われる。しかし、Eの推定値は、河口湖測候所での気象データを使用し、Penman式より算出された可能蒸発散量に0.65を掛けたものとしているため、長期の水収支解析においては、その係数如何で系統的な大きな誤差が生まれる可能性がある。

このような条件下で1927~96年のデータを使用して $\Sigma \Delta S$ を計算した結果、その変動幅は約17億 m^3 となった(図-3)。また、①~④の仮定における系統的な誤差があった場合に、その影響を除外するため、70年間のトレンドを取り除いた偏差だけを見ても、 $\Sigma \Delta S$ には約8.5億 m^3 の変動幅が存在している(図-3)。したがって、明見地点流域には少なくとも8.5億 m^3 の貯水容量があることが推測できる。また、図-3では、1927年~96年までの間に小刻みに増減を繰り返しているものの、明らかに長期の減衰傾向が見られる。つまり1927~96年までの期間で見ると、明見地点流域における地下水帯貯水量は40年代から70年代まで減少し続け、80年代以降はかなりの低水準にあると考えられる。これを裏付ける資料として、図-4を示す。これは、1927年以降、各年の河口湖と山中の年降水量の合計: P_i と1927~96年の年平均降水量: P_{ave} の差を累加($\Sigma(P_i - P_{ave})$)したものである。この図より、1959~81年にかけてかなり長期的な少雨傾向が見られ地下水貯水量の著しい減少の実態が理解できる。

5. 結論

本研究において長期水収支解析から富士北麓の地下水帯貯水量の推定を試みた結果、1927~96年の70年間では、その変動幅は17億 m^3 程度と推定された。流域界からの流出入や漏水、降水量・蒸発散量の推定、取水の影響による系統的な誤差があるとしても、流域内には最低8.5億 m^3 の貯水容量があると推定された。また、富士北麓の地下水帯貯水量は1940年代以降減少傾向にあると推測され、現在は1940年代と比較すると約17億 m^3 低い状態であると考えられる。これは、1959~81年の長期的な少雨傾向などを反映している。

参考文献

- 1) 伊藤峰人・竹内邦良・石平博(1999): 富士北麓における火山帯地下流域界の推定方法に関する検討、水文・水資源学会1999年研究発表会要旨集、pp184-185
- 2) 山本莊毅(1971): 富士山(富士山とその周辺の陸水)、富士山総合学術調査報告書

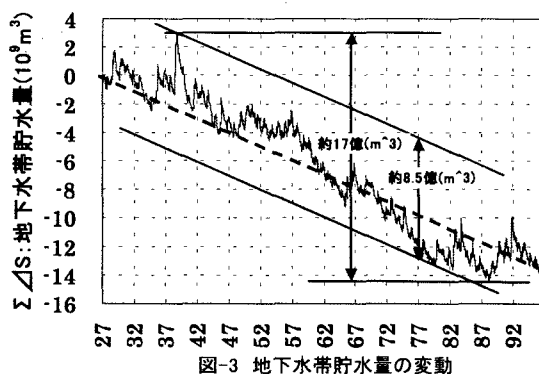


図-3 地下水帯貯水量の変動

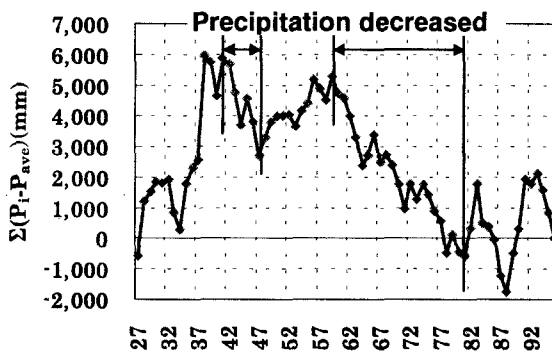


図-4 年降水量の変動傾向