

(39) 水資源量の算定の自動化に関する研究 奈良盆地の水収支について

谷口 正伸¹・井伊 博行²・平田 健正³

¹正会員 博 (工) 和歌山大学助教 システム工学部 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

²正会員 博 (理) 和歌山大学教授 システム工学部 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

³正会員 工博 和歌山大学教授 システム工学部 (〒640-8510 和歌山市栄谷 930)

* E-mail: masa@sys.wakayama-u.ac.jp

大和川における水資源量の解析システムを開発し、地理情報と雨量観測所、流量観測所のデータを用いて、メッシュ化をして解析を行った。新しい流量の測定方法を提案し、少人数、短時間で測定と流量測定出来るようになった。蛇行河川の流速も流線に沿って測定することが可能になったため、測定精度を上げることにつながった。流量の現地測定により、比流量に換算した結果、農地の多い分水されていない地域では比流量が少なく、分水を受けている地域では多くなり、下水処理場の放水後の下流域では比流量が多くなるなど、明確な変化が見られ、解析システムを利用することにより、水の移動が明らかになってきた。

Key Words : Yamato River, Water balance, GIS, precipitation, mapping, Nara basin

1. はじめに

効率的に水を管理するためには地下水や蒸発量を含めた流域全体の水収支を把握しなければならない。また、気象統計情報や地理情報などが公開されているが、迅速に流域の水収支解析に利用することは労力と時間が必要である。水収支解析の自動化は他流域や研究初期段階での解析を容易にすることが可能である。そこで、GISデータの解析に必要なデータの生成処理から、生成したデータの水収支解析に利用する解析部のシステム開発を行う。一度システムを作成すると、他流域にも適用が可能であり、有益であると考えられる。本研究では現地調査を踏まえながら、解析システムの開発と必要機能の選定、解析結果の妥当性の検証を並行して行う。

本研究対象地である奈良盆地は古くから雨が少なく、水不足が問題となっていた。近年では奈良盆地を流れる大和川流域において、1992年には降雨が極端に少なく、渇水を起こしている。農業用水、治水を目的とし、大和川流域は多くの白川ダムや初瀬ダムそのほかため池などが建設、整備され、水を確保している。また、他の近隣流域からは、和泉山脈を隔てて流れる紀ノ川流域の水を奈良県の下淵からトンネルを経由して毎秒最大約 10 t を農業用水として奈良盆地に導水している。また、水道

水源として木津川水系からの導水も行っている。これまで、奈良盆地を流れる大和川では元々水量が少ないこともあり、使用した水は汚染され、水質悪化が問題となっていた¹⁾。このことから長年の水質改善活動が行われ、浄化施設が整備された。長年の努力により水質は改善しつつあるが、未だに処理されずに残った窒素分が富栄養化を招き水質を悪化させ、下水臭があり健全な水とはいえない。奈良盆地には流域の上流部に大きな都市が存在し、上流部で都市で多くの水が使用されるため、都市で使用した水は河川に流されず下水管を流れるため、下水処理場より上流の流域では河川水量が少なくなっている。下水処理場で処理された水は大和川本流に放流されるため、大量の下水処理水が河川中を流れており、河川水の富栄養化と下水臭を引き起こしている。このため、大和川では奈良盆地内の水資源量の把握と水の移動経路の解明が重要である。これまでも大和川流域では、GISを用いた解析は行われているが、複雑な土地利用形態と農業用水やダムの影響を受け、定量的な水の移動の解析は難しい²⁾。そこで本研究では、現地調査の簡略化と水収支解析システムの開発を行い、大和川の奈良盆地における水資源量を把握するのが本研究の目的である。



図-1 大和川流域の概略

2. 研究方法

水資源量の把握には現地調査とGISデータを用いた算定結果の検証を行った。流量測定は河川断面測量と流速測定を行った。研究対象地の流域面積が大きいため、全体の流量を把握するために、流量測定法を改善し、簡易で精度の高い測定法を提案する。迅速に解析を行うため、GISデータの処理は著者が開発したソフトを用い、水収支解析も同様に著者が開発したものをを用いて、比流量の解析を行った。解析システムの開発に用いた言語は汎用性が高く、実行速度が速いとされるPascalを用いて、コンパイラはエンバカデロ社製(旧Borland社製)のDelphi5 Learningを使用した。本解析システムの開発は2000年から始まり、これまで継続して行っている。解析に利用した生成されたデータの確認は、位置はカシミール3DのGPSデータとの比較で行っており整合性を取っている。使用したデータは和歌山大学で調査した水質データ、国土交通省の水文水質データベース³⁾、国土交通省近畿地方整備局大和川河川事務所のデータ、国土数値情報ダウンロードサービスの100 mメッシュデータの土地利用、集水域・非集水域、気候値、工業統計、線・面データとして、行政界、河川(線)³⁴⁾のデータ、気象庁気象観測電子閲覧室⁵⁾の奈良県、大阪府内の観測所のデータを用いている。解析システムで計算された比流量は、現地で測定した流量を換算した比流量と比較を行った。また大和川流域のような大流域には求められる精度が得られないが、現在プログラムによる解析部が完成している合理法により計算した結果と比較を行った。

3. 研究対象地の概要

図-1 は大和川流域の概略を示す。大和川は奈良県と大阪府南部を流れる全長 68km の 1 級河川である。大和

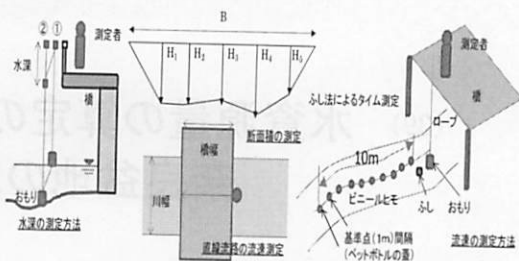


図-2 流量の観測方法の概要

川は笠置山地から始まり、佐保川、曾我川、竜田川などの奈良盆地の水を集め、奈良県と大阪府の境にある亀の瀬の渓谷部を経て、大阪平野に入る。この後、石川や西除川等と合流して、大阪湾に注いでいる。流域面積は 1070 km² であり、奈良県、大阪府の 41 市町村に現在約 200 万人が生活している⁶⁾。国土交通省の集水域・非集水域メッシュで集計した小河川の流域数は 153 であり、流域は細かく分かれている。また、2006 年度の下水処理普及率は和歌山県全域では 76% である。大和川の上流部には奈良市、生駒市、橿原市など都市が存在し、都市排水が上流部で河川に流入する。また、2003 年度の全国 1 級河川の BOD75% 値においてワースト 1 位を記録している⁶⁾。奈良県の流域人口は 1983 年の約 105 万人から 2004 年には約 125 万人に増加している。土地利用の割合の変化は 1987 年に建物用地が 196 km²、水田用地が 248 km² であり、1997 年には建物用地が 4% 増加して 231 km²、水田用地が 3% 減少し 215 km² となっている。大和川流域では調査対象期間で約 30 km² の水田の減少、建物用地の増加、人口が 20 万人増加している。大和川の年間降水量は 1400 mm 程度であり少ない。大和川流域の水文観測所は雨量が気象庁 3 地点、国土交通省 16 地点、流量(河川水位)19 地点、地下水 20 地点と多い。

4. 流量の測定方法

図-2 は流量の観測方法の概要図を示す。一般に流量の測定は通常 2~3 名で行い胴長をはいて測定を行うが、今回の方法を用いれば 1 名で行うことが可能である。また、浮子法では流線に沿って流れるため、蛇行している箇所の流速の基準をどうするかが難しく、本来直線流路以外での測定を可能にするため、浮子法の測定方法を改善した。次に改善した方法について説明する。

(1) 橋幅を利用した直線流路の流量測定

直線流路の河川では橋の幅を測定しておき、浮子が見えなくなった場所から、見え場所まで測定すればよい。橋は規格に従い建設されているため、橋の厚みを利用し

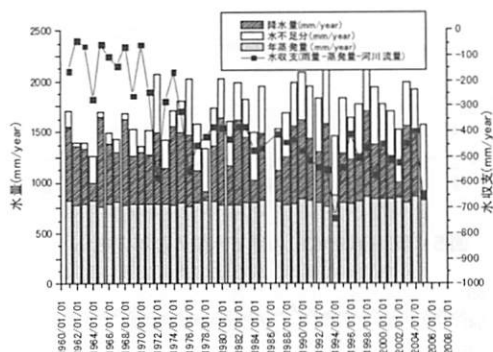


図3 大和川流域の水収支の経年変化(1961-2005)

ほぼ正確に距離を目視できるため、測定がしやすい。しかしながら、河床形状により、植生や岩の影響で蛇行する場所、道路と河川が斜めに交差する場所、伏流、渦を巻いている場所など、流量が測定できない場所もある。また、橋を架けることにより、流れが変化し、河床が不安定な場所が多い。このため、橋桁が流路をふさぐ場合もあり、橋の上流よりも橋の下流の方が流線は安定している場合が多い。そこで、そのような蛇行した流路の場所では、次に示す方法での測定を行っている。

(2) 蛇行した流路の流量測定

一般に、直線流路であれば、浮子法を用いて流速測定を行う。しかしながら、川の蛇行、障害物により流線が複雑に蛇行している場合、流線の距離に誤差が生じるため流速測定に誤差が生じる。また、電磁式やプロペラ式の流速測定もあるが、水深の浅い場所、乱流の場所の測定などそれぞれの測定法にも特性があり、感度や物理的に測れないなど、流速を測定するには難しい場所もある。そこで、今回は様々な流線に対応するため、流線に沿って形の変化する測定で柔軟に対応できる方法を提案する。水深測定は橋の上から出来るように、鉛などのおもりをつけ、水面までおろす。橋の欄干の高さでクリップなどで目印をして、河床までおもりをおろし、目印までの差を測定する。水深の測定数は、川幅と箇所形状により、測定箇所の数を調整する。誤差が少なくなるように川幅と水深の変化により適宜、1 mから5 mの間隔で水深を測定し、河川の断面積を算出する。本研究では主に2 m間隔で測定している。測定に使用したおもり付のロープにビニールヒモに1 m間隔でペットボトルの蓋で印を付け、蓋の色を変え10 mの長さまで測定できるようにしたものをつける。流すと流線に沿ってヒモが流れる。また、浮子はヒモに沿って流れるため、流速に応じて1 m, 2 m, 5 m, 10 mなど基準を決めて、一定の距離を流れるのにかかった時間を測定すれば、様々な場所での流速測定が

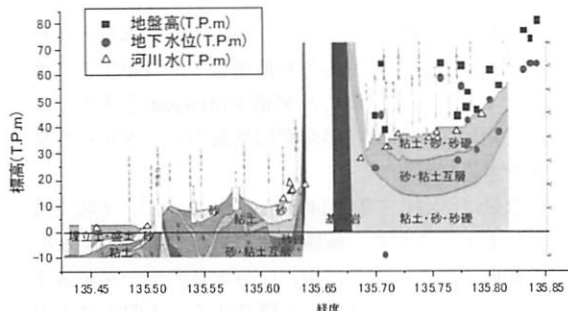


図4 大和川流域の地層断面と地下水位 (東西)

可能である。この方法では河川に入らずに測定が可能であるため、水面まで高さがある橋、高流量の濁流時の測定、短時間での流量測定を可能にした。この工夫によって1地点の調査にかかる時間を大幅に短縮したことにより、1日での調査地点数を増やすことが出来た。

5. 水収支の経年変化について

図-3は大和川流域における1961年から2005年までの水収支の経年変化を示す。流量はデータの豊富な王寺地点、雨量は奈良での降水量と気温のデータを用いた。一般に、水収支は式(1)により求められる。

$$\text{水収支 (mm/year)} = \text{雨量} - (\text{蒸発散量} + \text{河川流出量} - \text{分水水量}) \quad (1)$$

ここで、蒸発散量が測定データとして得られないため、気温データを使って概算できるソーンスウェイト法を用いて、蒸発散量の算定を行った。Thornthwaite (ソーンスウェイト) の式は式(2)~(4)で示される。

$$E_p = 0.533 D_0 \left(\frac{10 t_j}{J} \right)^a \quad (2)$$

$$a = 0.000000675 J^3 - 0.0000771 J^2 + 0.01792 J + 0.49293 \quad (3)$$

$$J = \sum_{j=1}^{12} \left(\frac{t_j}{5} \right)^{1.514} \quad (4)$$

ここで E_p は j 月の日平均蒸発散量 (mm/day), D_0 は可照時間 (12 h/day を1とする), t_j は j 月の月平均気温であり, j 月の月平均気温から蒸発散量を算出するとき、各月の日平均蒸発散量の算出において、可照時間 D_0 は1とした。月平均気温から蒸発散量を算定すると、各月の日平

均蒸発散量(mm/year)が決まる。次に年間降水量と比較するため、各月の日平均蒸発散量を1ヶ月単位に変換し合計したものを年間の蒸発散量(mm/year)とする。この式を用いて、気象庁の月平均気温のデータから蒸発散量を求めた。

降水量は平均して年間1400 mm前後であるが、水収支は負の値を示しており、流域で使用する水量は年々水不足の傾向にある。グラフ中には分水量のデータが入手できないことから、計算から概算する。水収支は本来、過不足は無い。このことから、マイナス分が分水量を示すと考えられる。1960年代は200 mm前後の不足にとどまっているが、近年では500 mm以上の不足も見られる。1970年代のニュータウンの開発もあり、この不足分の水量を補うため、毎秒10m³以下の水を紀ノ川流域から分水し、水道水源として木津川からも分水をしている。このため、河川水量を入れた水収支の計算結果は常に負の値を示している。ここで、大和川の水資源量を把握するためには、地下浸透量を考慮しなければいけないが、一般に地下浸透量を計算するためには水収支から流入量と流出量の差が地下浸透量として計算されるが、大和川流域の水収支は負の値を示すため、地下浸透量は計算出来ない。そこで、地下浸透量を把握するため、地下水位の変化と水位の位置関係、地質についての考察を次に行う。

6. 大和川流域の地質と水位について

図-4は大和川流域の東西方向の地質断面と河川水位、地下水位、観測所の地盤高(TP 基準)を示す。大和川流域の地下水位は河川水位よりも高い傾向を示し、地下水資源は豊富であると考えられる。奈良盆地の地層は3層の構造であるが、どの地層も泥、砂、砂礫で構成される。地下水位はほとんど第1層か第2層の地層面に沿って分布している傾向が見られる。地下水位の分布は盆地の中央に行くほど低くなっており、王寺より下流で基盤地層があるため、地下水位のデータがない。そのため推測ではあるが、王寺の地下水位と比較すると、亀の瀬の河川水位の方が高く、奈良盆地のほとんど水はこの亀の瀬から流出していると考えられる。

奈良盆地の河川水位と地下水位を比較するため、それぞれの観測所が近い場所で、水位の変化についての考察を行った。図-5は奈良西、図-6は西九条の1989年から2001年の地下水位の変化を示す。また、図-7は筒井、図-8は王寺の1989年から2001年の河川水位と地下水位の変化を示す。奈良西の地盤高は+63 mであり、地下水位は+59 m付近で変化している。奈良西より南の地点である

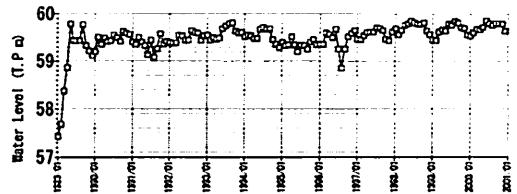


図-5 奈良西(TP+63m)の地下水位の経年変化(m)

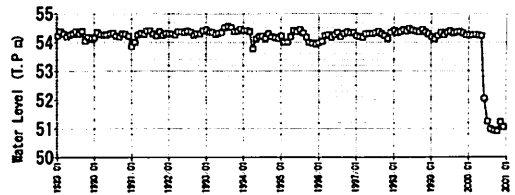
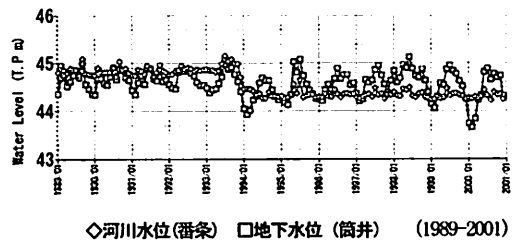
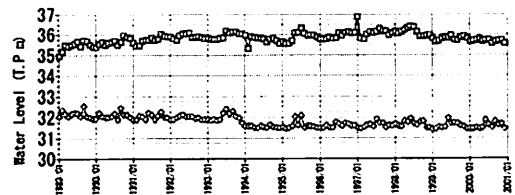


図-6 西九条(TP+55m)の地下水位の経年変化(m)



◇河川水位(番条) □地下水位(筒井) (1989-2001)

図-7 筒井(TP+47m)の河川及び地下水位の経年変化(m)



◇河川水位 □地下水位 (1989-2001)

図-8 王寺(TP+39m)の河川および地下水位の経年変化(m)

西九条では+55 mの地盤高に対し、地下水位は+54 mであり、すぐ地面の下を地下水が流れている。奈良盆地の中央部である筒井では地盤高+47mに対し、河川水位、地下水位ともに+44 m付近であり、1993年からは河川水位は低い傾向である。奈良盆地の大和川の流出部に近い王寺では地下水位が河川水位より3 m高くなっている。このことから奈良盆地での一番低い水位は王寺の河川水であり、奈良盆地の水は王寺に向かって流れていると考えられる。

7. 水収支解析方法と解析システムの開発

国土交通省により、国土数値情報にある集水域・非集水域データの中に小流域の100mメッシュデータが整備

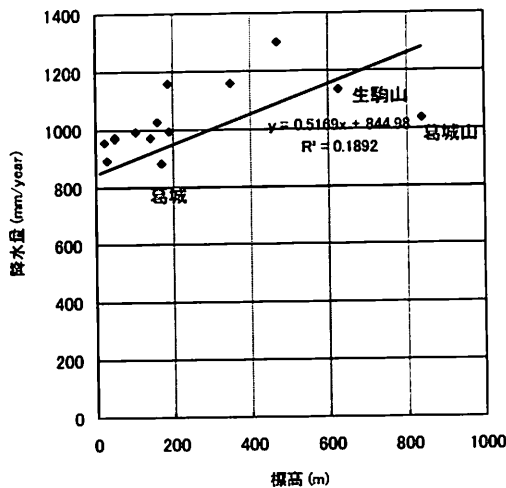


図-9 標高と降水量の関係 (2002)

されている。また、国土地理院の標高 50m メッシュデータが公開されている。また、ベクトルデータとして、国土交通省から河川の線データが作成されている。ここで、このような GIS データを汎用の GIS ソフトにより解析をする方法があるが、研究や目的に応じた解析を行うのには非常に手間がかかり、特別なことを行うのは難しい。そこで水収支の計算を行うため、汎用ソフトの利用は難しいと考え、著者が開発したソフトを用いて解析を行った。ここで問題となるのは雨量や流量などの観測所の点としてある観測データの補間、時系列解析、標高やベクトルデータなど違った仕様のデータをどのように扱うかが解析の自動化を行う際に重要である。このデータの管理はメッシュにより管理し、すべてのデータを分布型に計算できるようにした。また、河川の構造はツリー構造でデータベース化を行い観測所より上流の河川すべての小流域を計算に入れられるように工夫した。この計算方法は次に説明していく。

(1)雨量分布のについて

水資源量を把握するために、雨量分布を作成する必要がある。100 m メッシュの雨量分布を作成するため、流域内、隣接する雨量観測所の位置と標高 50m メッシュを 100 m メッシュ化したものから雨量分布図を作成した。一般に標高が高い地域では降水量が多い傾向があるため、降水量と標高の関係について考察した。図-9 は標高と降水量の関係である。標高が上昇すると、降水量が増加する傾向が見られる。流域外の葛城山や葛城では標高と降水量の関係に大和川流域の分布とは違いが見られるため、雨の降り方が異なっていると推察された。流域内では標高が上昇すると降水量が増加する傾向が見られ

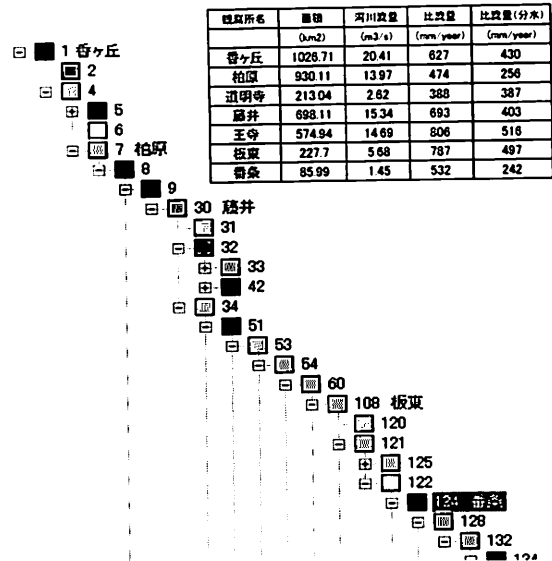


図-10 大和川流域における小流域の樹幹図(抜粋)

るため、式(5)で降水量が算出できる。

$$P = a\Delta H + b \quad (5)$$

ここで、 P は降水量(mm/year)、 ΔH は計算する位置のメッシュの標高 (m) から観測所の標高を減じたものである。 a 、 b は近似式で得られた定数であり、 a は 0.5169、 b は 844.98 である。流域内のメッシュすべてに対して、計算するメッシュの標高から観測所の標高を減じ、式(5)に代入することで雨量の分布データを作成した。

(2)蒸発散量の分布について

蒸発量がデータとして得られないため、気温データを使って概算できるソーンスウェイト法を用いて蒸発量の算定を行った。月平均気温から蒸発散量を算定すると、各月の日平均蒸発散量 (mm/month) が決まる。次に降水量と比較するため、各月の日平均蒸発散量を 1 ヶ月単位に変換し合計したものを年間の蒸発散量(mm/year)とする。

ここで、各メッシュの蒸発散量を算出するため、各月の平均気温を各メッシュで算定する。各メッシュの平均気温は式(6)で示される。一般に、標高が 100 m 上昇すると 0.6℃減少することが知られていることから、基準となる観測所の標高差から気温を算出する。

$$\Delta D = 0.6\Delta H / 100 \quad (6)$$

ここで、 ΔD は基準とする場所からの温度差(℃)、 ΔH は基準とする場所からの標高差(m)である。このよう

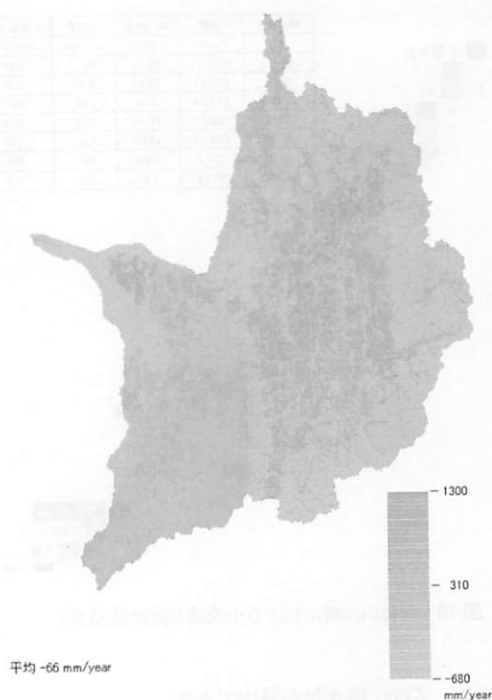


図-11 大和川流域の水収支分布図

にして求めた各メッシュの平均気温をソーンスウェイトの式に代入することにより蒸発散量の分布データを作成する。

(3)河川流出量の分布について

図-10 大和川流域における小流域の樹幹図を示す。数字は国土交通省によって振り分けられた小流域番号であり、大和川流域では 153 の小流域がある。河川はツリー構造をしているため、流出解析ソフトは図のようなデータ構造で河川構造を管理している。河川流出量の分布を作成するためには観測された流量は観測所より上流すべての流域からの積算したものであるため、河川流量観測所の上流すべての小流域の面積を把握する必要がある。そこで、集水・非集水域メッシュの小流域のデータを用いて、小流域ごとに樹幹図を作成する。それぞれの小流域メッシュを集計することにより面積が計算できるため、作成された樹幹図を基に、比流量を計算する。例えば、香ヶ丘の比流量を求めるには流量を香ヶ丘より上流のすべての小流域の面積の合計で割り、年間の流出量の単位に換算する。また、藤井では藤井より上流の板東、番条を含む上流の流域の小流域すべての面積で割ればよい。このように観測データは観測所より上流の積算値で表されるものの分布化をデータベース化することにより可能にした。

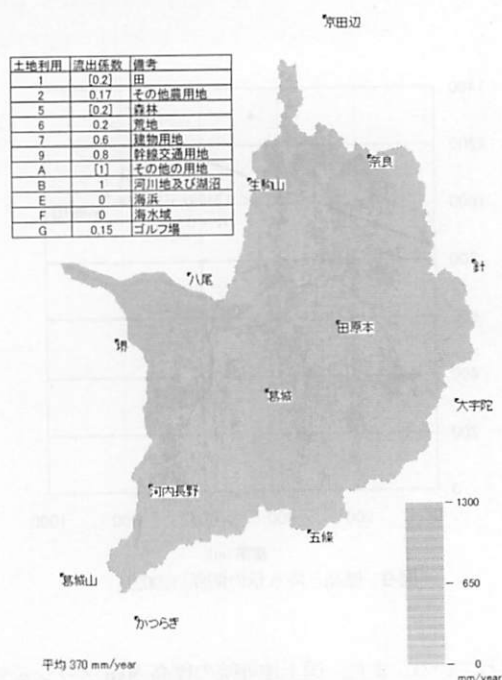


図-12 大和川流域の水収支分布図（合理式）

8 流出量の算定について

(1)水量での解析

図-11 は大和川流域の吉野川分水を考慮した場合の水収支分布図を示す。大和川流域では分水を考慮しないと、河川流出量が大きくなるため、負の傾向を示す。そこで、吉野川からの分水量はデータとして得られないため、最大値で夏期には $9.91 \text{ m}^3/\text{s}$ 、冬期に $2.91 \text{ m}^3/\text{s}$ を分水していることから、分水している場所が不明であるため今回は平均 $6.41 \text{ m}^3/\text{s}$ を比流量に換算して奈良盆地に一樣に入力した。この結果、水収支はほぼ -66 mm/year であり、0 付近で算出することができた。実際は負の値を示したことからもう少し多くの分水量があることが示唆される。上流には奈良県浄化センターや第 2 浄化センターがあり、流域で $5.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ の下水処理水が佐保川と大和川本流の合流地点である場所で放流されているので、王寺や板東の比流量が 800 mm/year 前後と大きい。もし、上流部に都市が存在するならば、都市排水が多くなると考えられるが、大和川流域では流域下水処理場で処理を行っているため、河川に都市で使用した水は流れず、その分の河川流量が減少していると考えられる。そのため、番条では、奈良市や大和郡山市のように大きな都市が存在するにもかかわらず、 532 mm/year と低い。特に盆地中央部では比流量が 0 mm もしくは負の値が見られ、盆地内での水

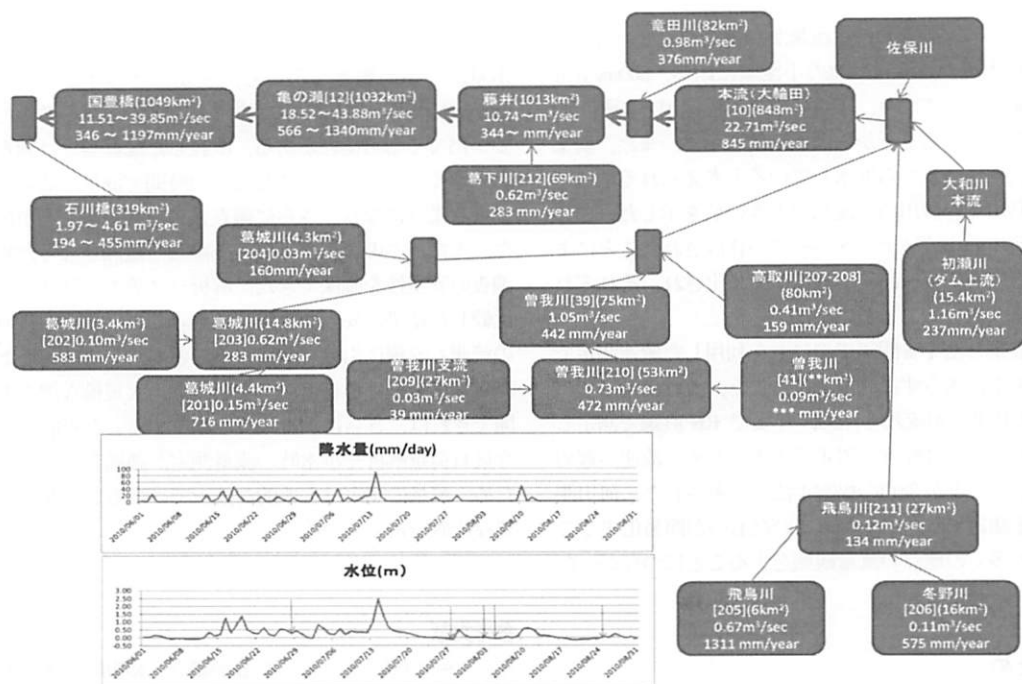


図-13 大和川流域の比流量の分布 (2010年6月28日～2010年8月25日調査)

が局地的に不足しており、下水処理場の影響による河川水量の低下が大きく影響していると考えられる。したがって、分水量を計算に加えることで、妥当な水収支の計算結果が得られた。また、より精度の良い結果を得るには定点観測の下流のみのデータで計算するのではなく、流域の10%前後の面積をもつ小流域ごとに細かく調査することで、より精度の良い結果が得られると推察される。

(2) 合理式による解析

図-12は大和川流域の合理式による流出量の分布を示す。計算に使用した流出係数は図中に示される。式(7)は合理式法の式であり、それぞれ K は流出係数、 I は降雨強度、 A は面積を示す⁷⁾。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} KIA \quad (7)$$

降水量は年間降水量と標高の関係から算出し、メッシュ化を行った。GIS処理ソフトで国土交通省の集水域・非集水域メッシュを用いて、土地利用100mメッシュのデータを切り出し、文献から得られた土地利用ごとの流出率を割り当てて算出した。2002年の大和川流域の年間降水量が平均1100mm、ソーンスウェイト法で求めた蒸

発量は平均700mm、算出した流出量は平均369mmである。

(3) 現地調査とGISによる比流量解析

図-13は大和川流域の比流量の分布を示す。国土交通省の国土数値情報、集水域非集水域メッシュを元に、著者が開発したGISソフトを用いて、メッシュデータを録取りし、地図画像を用いてカシミール3Dで作成した地図に重ね、調査地図を作製した。作製した地図をもとに流量調査を行った。調査日は1日ではすべてを回れないため、本流の調査地点を毎回測定し、前日までに3日以上雨が降っていない日を選定した。調査の基本としては10mのビニールひもにペットボトルの蓋を1m間隔で結びつけ、5mと10mを通過した時間を3セット測定している。測定は流心と端から20%程度のところの2箇所の計3地点での時間を測定した。橋があるところでは、橋の幅での通過時間を測定している。また、測定時の流れのはじめと終わりの地点で断面測量を行っている。調査日は流域の南部を中心に行い、現在20地点の調査を終えている。()で示すのがGISから算定した上流域の面積である。ただし、[]で示すものは調査の管理番号でありGISデータの小流域番号ではない。流量と比流量を示している。流量調査日の比流量の平均は497mmであり、合理式で求めた流出量の平均は350mm前後である。

このことから、調査日の比流量が多くなっている。特に大和川本流の比流量は他の小流域に比べ、500mm/year以上の値を示しており、下水処理水が佐保川と初瀬川の下流で放流されることから大きい値を示す。また、農業用水を吉野川分水から取水していると考えられる地域では、飛鳥川や曾我川の上流部で大きい値を示した。このように河川の小流域データベースが作成されたことにより、調査地点の流域面積が計算が簡易化され、それぞれの比流量を求めることが出来た。

今回提案した1m間隔でのひもを利用した流速測定では河川の中に入らずに測定できること、流れに沿って1mごとの基準点が流れるため、今まで10m直線で測定していた浮子法では蛇行の誤差が大きいこと、流速が遅めに出来ていたことが今回の提案手法で改善された。河川測量、流速測定に時間がかかっていたものが簡易化することにより多くの地点の流量観測することにつながった。

9. まとめ

大和川における水資源量の解析を地理情報と雨量観測所、流量観測所のデータを用いて、メッシュ化をして解析を行った。計算された比流量は現地測定の結果と比較を行い、解析システムの妥当性を検証した。流量の現地測定により、比流量に換算した結果、農地の多い分水されていない地域では比流量が少なく、分水を受けている地域では多くなり、下水処理場の放水後の下流域では比流量が多くなるなど、明確な変化が見られ、解析システムを利用することにより、水の移動が明らかになってきた。このことから、下水道の影響と分水の影響を地域で考察できるようになったのは有意義であると考えられる。特に、大和川のように流域内での水だけではまかなって

いけない場所では水利用を真剣に考える必要があり、降水量から蒸発散量を引くと、使用できる水が年間300mm/year程度と限られるため、水の有効利用を考える必要が出てくる可能性がある。改良した流量測定は調査地点を増やすことを可能にした。短時間で測量と流量測定出来るようになり、さらに調査人員を減らすことが出来た。また、この調査法は橋の上からの観測となるため、調査の安全性を確保できた。解析システムの計算結果と比較した結果、妥当な流量結果を示している。蛇行河川の流速も流線に沿って測定することが可能になったため、測定精度を上げることにつながった。大規模な調査を展開できれば、さらに調査地点を増やすことが可能である。今後負荷量解析や洪水時の流量測定が課題となっているため、流量の測定は古典的な技術ではあるが、非常に重要な位置を占めている。

参考文献

- 1) 大和川清流ルネッサンス 21 協議会：水環境改善緊急行動計画 大和川清流ルネッサンス 21, 1999.
- 2) 谷口正伸・井伊博行・平田健正：大和川における生物分解による窒素形態の変化について，水工学論文集,第 54 巻, 2010.
- 3) 水文水質データベース：http://www1.river.go.jp/, 2011.
- 4) 国土数値情報：http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/, 2011.
- 5) 気象庁電子閲覧室：http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etm/index.php, 2010.
- 6) 大和川河川事務所：http://www.yamato.mcc.go.jp/, 2011.
- 7) 水村和正：水圏水文学，山海堂，p94-96,1998.

(2011.5.30 受付)

The development of water resource system - The Water balance of Yamato River Baisin -

Masanobu TANIGUCHI¹, Hiroyuki II¹, Tatemasa HIRATA¹

¹Fuculty of Systems Engineering, Wakayama University

The system to estimate an amount of water resource using GIS data was developed. The water balance was analyzed by the systems using GIS data with 100m mesh scale, precipitation data and flow rate data of rivers. The amount of 10m³/sec water was actually supplied from the basin of the Kino River into the Yamato river basin. The estimated values for water balance was in good agreement with the actual measurement results including 10m³/sec water importing from the outside basin. The advantage of water balance analysis system was to include water supplies of sewage systems and dirking water. Therefore, the system can analyze water balance in a catchment using information of land use and industrial map.