

次いで地下浸透量率は、福岡市で 18%、筑後川モデルが 13%であり、筑後川モデルでやや少ない。両者の土地利用から考えると、地下浸透量率は筑後川モデルの方が大きくなると推定されるが、地質等の特性もあり、一概に結論付けることは難しい。そのため、他の文献を用い近隣流域の水収支（特に地下浸透量）を確認・比較することが必要と考える。

以上のとおり、本年度の筑後川モデルの推定結果は、蒸発散量と地表および地表に近い土層の流量については概ね妥当なものであるといえるが、地下浸透量についてはまだ検討の余地があることが示唆される。

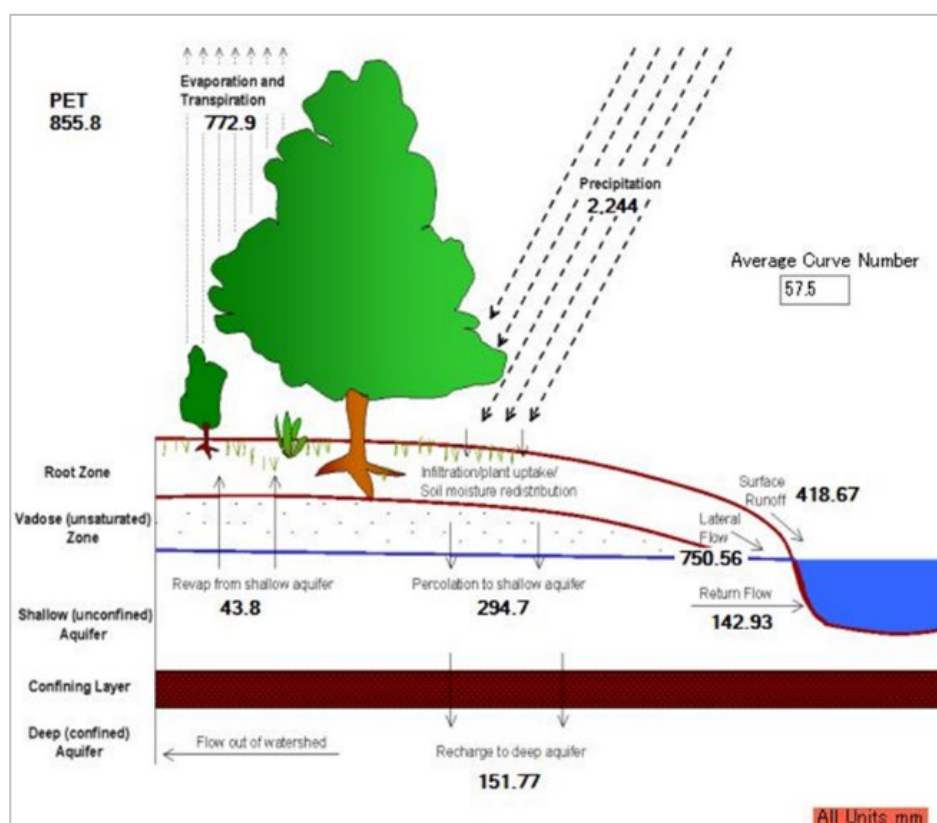


図 V-39 筑後川モデルの水収支推定結果

表 V-71 筑後川の水収支・モデル推定結果と既存資料の比較

区分	筑後川モデル年間水収支		福岡市水収支 (1999 年) (%) *1	森林の蒸発散量 (mm/年) (福岡県) *2
	mm/年	%		
降雨	2,215.3	100	100	
蒸発散	772.9	34	33	860
表面流出	418.7	19	46	
側方流	750.6	33	-	
下水放流		-	23	
地下浸透	294.7	13	18	
農水・ダム取水		-	-18	
その他	7.1	1	-2	

*1 福岡市水循環型都市づくり基本構想, 2006 年, 福岡市

*2 日本の水文気象(3)-森林における蒸発散量、近藤純正、1992、水文・水資源学会誌

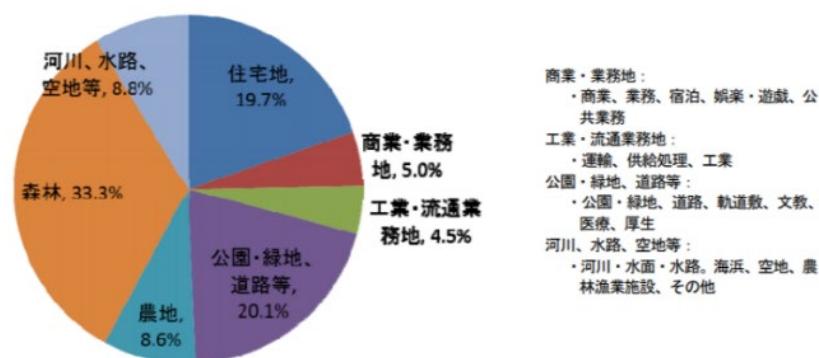


図 V-40 福岡市の土地利用比率⁸

(4) 水収支構成割合（流域全体）

筑後川流域における水収支の推定結果は、表 V-72、図 V-41 のとおりである。

森林と他土地利用を比較すると森林の表面流量が他の土地利用に比べ少なく、側方流が多い。これは、森林は植物被覆で表面流出が抑制され、地表に到達した雨が土壌にゆっくりと浸透し、表層土壌内を移動する様子が表現された結果と推定できる。一方で、森林の地下水流量と深層浸透量は、水田や農地に比べやや少なく推定されており、既往の知見と異なる結果となっていることから、今後調整する余地のあるものと考えられる。

表 V-72 筑後川の水収支 (mm/年)

筑後川	降水量	蒸発散量	表面流量	側方流量	地下水流量	深層浸透量
都市部	2,078	723	1159	59	66	71
森林	2,288	794	285	943	129	137
水田	2,113	720	696	166	258	273
農地	2,211	696	636	531	169	179
全体	2,243	772	430	743	144	153

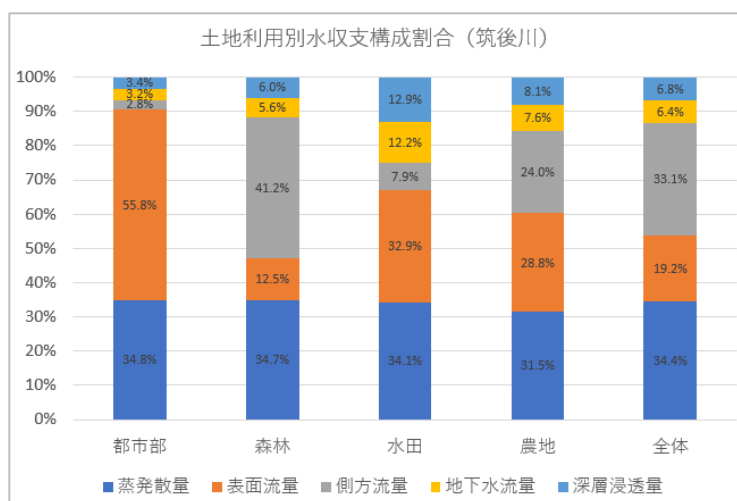


図 V-41 筑後川の水収支構成割合

⁸ 出典：福岡市ホームページ 資料 No.1-4 福岡市の特性について
<https://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/31453/1/hukuokasinotokuseinituite.pdf?20180416152143>

(5) 水流出量の空間分布（流域全体）

筑後川モデルにおける流出量の空間分布は、図 V-42 のとおりである。これらの図は、現段階の推定結果を単に図化した結果であり、次項で述べるとおり、筑後川モデルの水収支の見直しが必要であるとの判断から、現時点での考察は省略する。

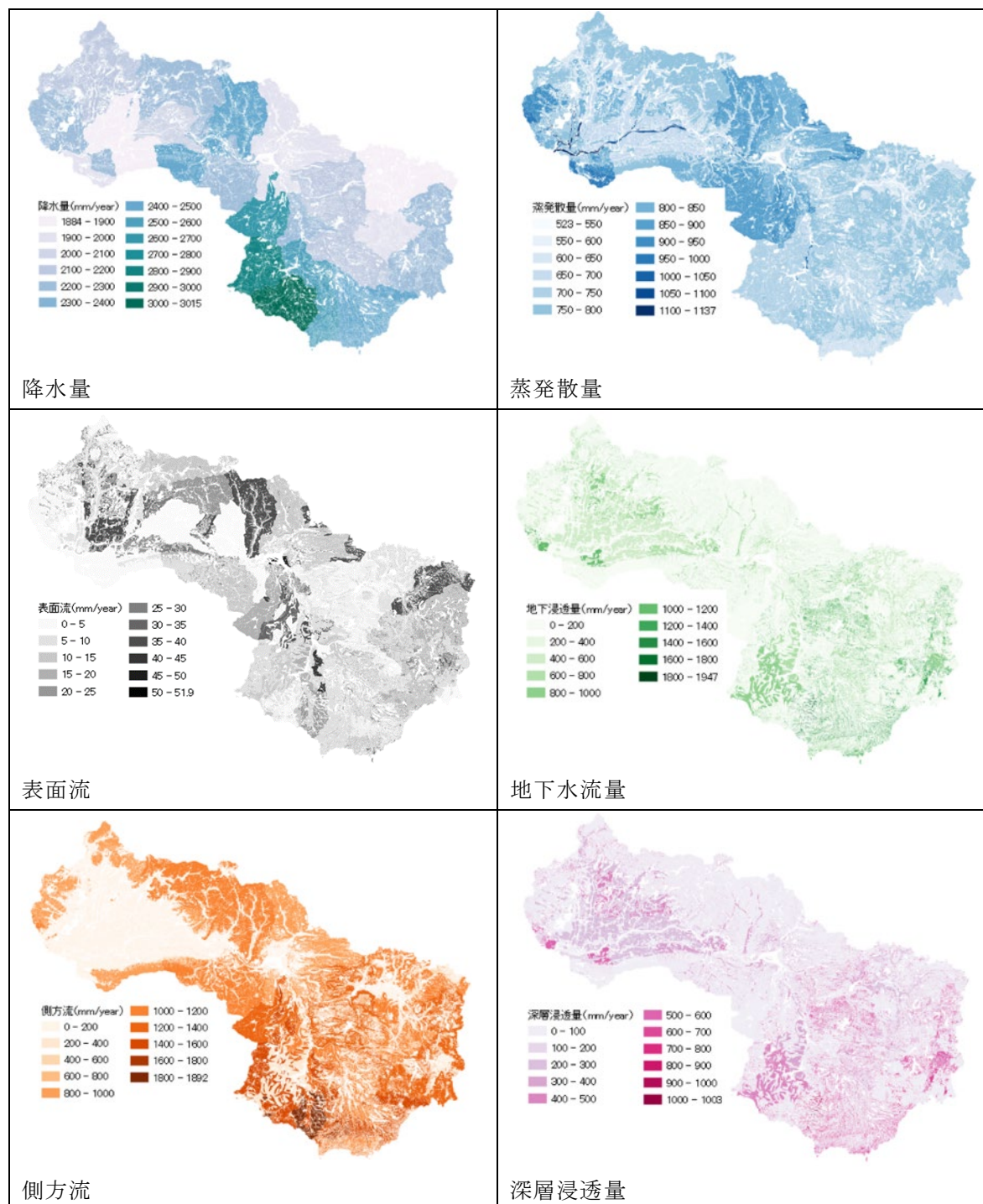


図 V-42 筑後川モデルにおける流出量の空間分布（HRU 別）

(6) 流量・水収支推定に係る考察

本年度の作業で、一定程度の精度で流量を推定することができた。同時に、以下のとおり、引き続き確認・再検討が必要な事柄も示されているため、次年度以降引き続き推定精

度の向上と結果分析を続けることとする。

筑後川モデルにおける検討課題

1) 流量パターン

- ・ 平水時の流量、出水時のピーク流量ともに、過少推計の傾向を示している。
- ・ ピーク流量の発生のタイミングが実測値と推定値でずれを生じる箇所がある。

2) 水収支

- ・ 全体量、各界への移送量：既存資料と再度比較・検討することが望ましい。
- ・ 構成比率：地下浸透量と表面流出量はやや過小、側方流が過大に算定されている可能性がある。

3) パラメータ

- ・ マニングの粗度係数（OV_N）、表面流の流出遅延度合い（SURLAG）等、既存文献や菊池川モデルの値を参考に設定幅の調整を行った一部のパラメータについて、キャリブレーションソフトが自動調整した結果の値は設定幅を超えるものであった。これは、その他のパラメータの設定幅を非常に狭く設定していた、あるいはパラメータによっては固定していた兼ね合いで生じた現象と想定されるが、結果として、実測値との整合が取れなくなった。再度、複数パラメータの幅を大きめに設定し直して、調整する必要がある。

4) 流量分析

- ・ 現在、河川流量は下流に位置する瀬ノ下観測所の値を集計・分析している。農地や市街地の影響を除き、できるだけ森林の影響を確認するためには、より上流での流量分析を行うことが望ましい。本年度末において、筑後川本流に係るダムの一つである夜明ダムについて、同ダムへの河川流入量と放流量の値入手することができた。これらを整理し、実測値と推定値を比較することでモデルの精度向上を図れる可能性がある。

9.2 矢部川の水収支

(1) 流出パターンおよび出水イベント時のハイドログラフ

矢部川モデルの最下流地点である船小屋観測地点における流出パターンを図 V-43 に示す。筑後川と同様に、キャリブレーションの結果、全シミュレーション期間を通じて概ね実測値に近い推定値を算出できたことが分かる。全期間を俯瞰して実測値と推定値に差が見られるのは、2,000 m³/s を超える出水時に限られている。

次に、この出水時の流出パターンをより詳細に確認するため、2012 年および 2016 年の多雨期（梅雨～夏：6 月～7 月末）に注目した流出パターンを示した（図 V-44）。同図に見られるとおり、各出水時を拡大した場合、出水時のピーク流量が実測値に比べ推定値で低めの傾向を示すことが確認できる。また 2012 年 6 月 24 日、2018 年 7 月 18 日前後の流量が示すように、ピーク流量の発生のタイミングが実測値と推定値でややずれる現象も時折発生している。

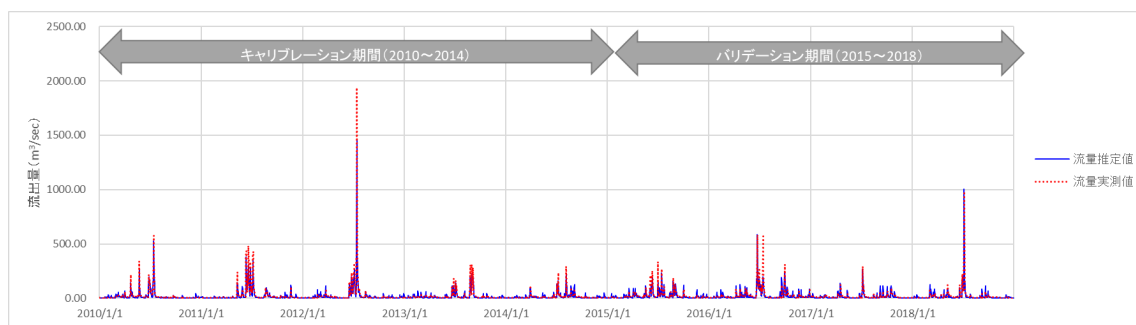
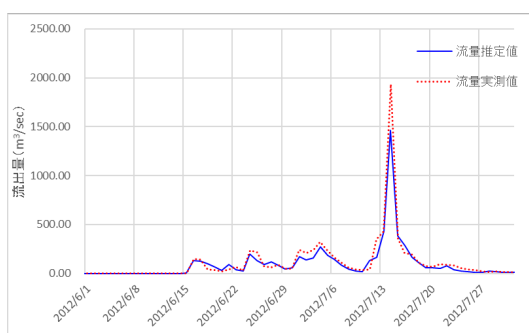
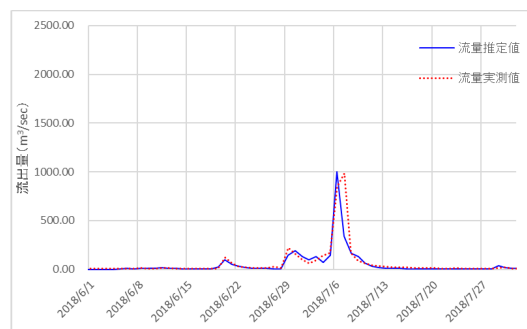


図 V-43 矢部川の水の流出パターン（実数グラフ）



2012/6/1～7/31



2018/6/1～7/31

図 V-44 矢部川の水の流出パターン（2012 年、2018 年の出水時）

次に、平水時の流量に着目するため、縦軸を対数で表したグラフを作成した（図 V-36）。出水時の傾向は既述のとおりだが、低水時についても出水時同様実測値に比べ推定値がやや過小に表現される傾向が見られた。

この事象の原因を確認するため、モデル構築のプロセスをさかのぼって比較することとした。まず、現地データ等を未入力の場合の構築直後のモデルと現地データ等を入力した後のモデルのそれぞれについて流出パターンのグラフを作成し、比較した（図 V-37）。モデル構築直後の流出グラフは上下に大きな振幅を描く。そこに現地観測データ、耕作シナリオ、ダム、河川幅、ポイントソース等を入力すると推定値は実測値に大きく近づく。但し、この段階では、出水時のピーク流量で実測値と推定値の間でまだ差が大きい。その後、パラメータを入力すると出水時のピーク推定量が実測値に近づくが、同時に推定値の振幅が強調され、低水時の推定量がより下方に振られ実測値に比べ低く抑えられたと推定できる。

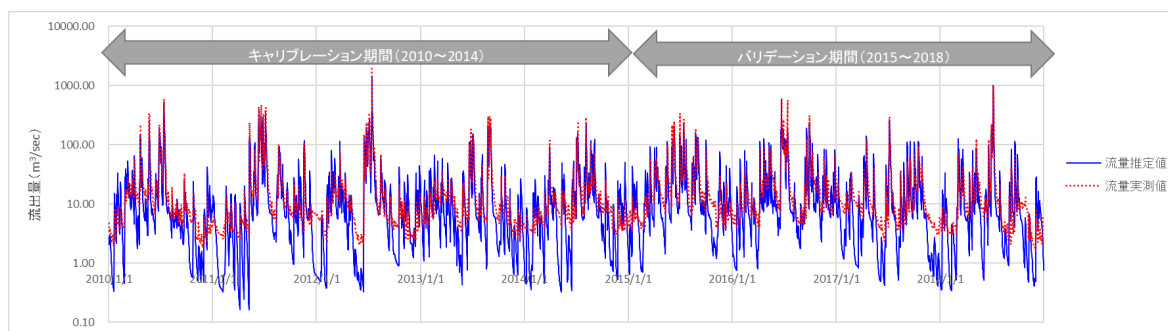


図 V-45 矢部川の水の流出パターン（対数グラフ）

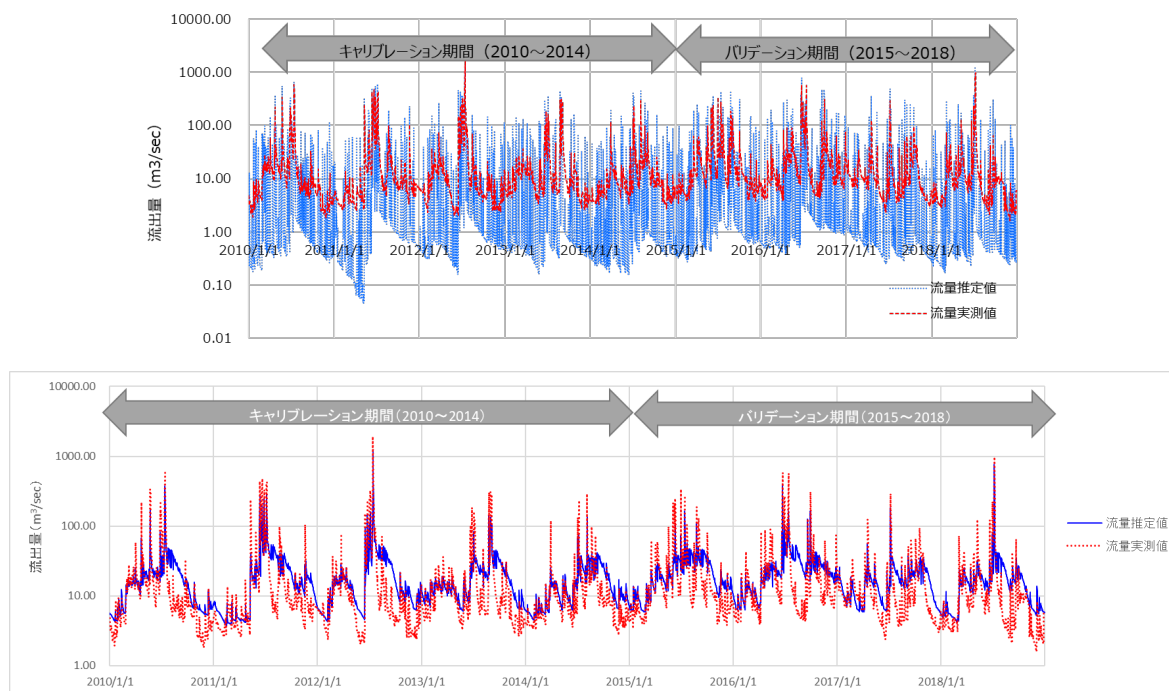


図 V-46 矢部川の水の流出パターン（対数グラフ）
（上：モデル構築時、下：現地データ等入力終了時）

流出パターンを確認することで明らかになった課題と対策については、V.9.1（6）であらためて整理することとする。

（２） 再現精度

図 V-38 に水流出量の実測値と推定値を比較した散布図を示す。これによると、推定値が直線状に位置していることから推定値はほぼ実測値に近い形で算出できたことが分かる。ただし、この表から平水時の再現性に課題があることが読み取れる。

また表 V-70 に示すとおり、筑後川モデルの水流出量の再現精度は、3 指標とも高い評価結果を得た。

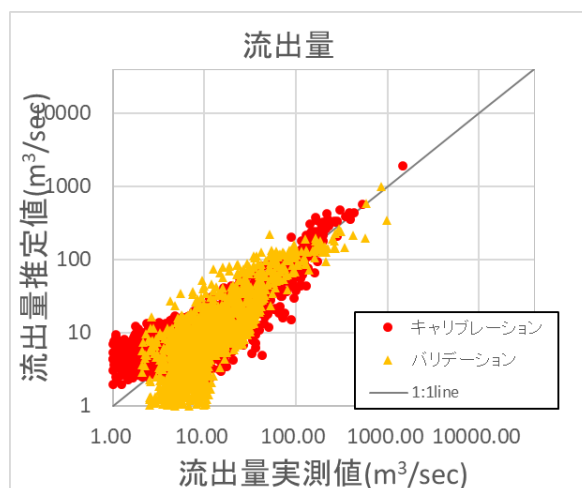


図 V-47 水流出量の実測値と推定値の比較（矢部川）

表 V-73 水流出量の再現精度（矢部川・船小屋）

評価指標	キャリブレーション	バリデーション
RSR	0.322 (vg)	0.515(g)
NSE	0.896 (vg)	0.735(g)
PBIAS	7.811 (vg)	5.957(vg)

（３） 水収支構成割合（流域全体）

矢部川モデルの水収支推定結果を筑後川モデルと同様に既存の資料と比較する（図 V-48、表 V-74）。表 V-74 は、矢部川モデルの水収支推定結果と福岡市の過去（1999 年）の水収支推定結果とを比較したものである。

まず、蒸発散量は、矢部川モデル、福岡市推定値とも降水量に占める割合は 30%代で、両者はほぼ同じ割合となった。実数で見れば、矢部川モデルは蒸発散量約 817.2 mm/年、福岡県実測値は 860 mm/年でこちらも概ね近い値である。

次に、地表から表層土壌の水の動きをみると、矢部川モデルの表面流出量（10%）と側方流（50%）を合わせた流量は約 60%である。福岡市は表面流出量（46%）と下水放流量（23%）の合計が約 68%であり、福岡市の方が多くなっている。福岡市の土地利用（図 V-33 図）は森林が約 33%、住宅地や工業地、公園道路などの市街地域が約 50%を占める（図 V-33）。一方、矢部川流域全体では森林率が約 74%と福岡市に比べて大きく、宅地等は約 2%程度である。このため福岡市は市街等からの表面流出量と下水放流量が多くなると考えられ、筑後川流域の地表～表層土壌の流量値が福岡市に比べて小さいことは、土地利用上の特性を示しているものと考えられる。

次いで地下浸透量率は、福岡市で 18%、矢部川モデルが 3%であり、矢部川モデルで過剰に少ない。両者の土地利用から考えると、地下浸透量率は矢部川モデルの方が大きくなると推定されるが、地質等の特性による影響も考えられ、一概に結論付けることは難しい。そのため、他の推計結果や実測値等により近隣流域の水収支（特に地下浸透量）を確認・比較する必要があると考える。

以上のとおり、本年度の矢部川モデルの推定結果は、蒸発散量と地表および地表に近い土層の流量については概ね妥当なものであるといえるが、地下浸透量についてはまだ検討の余地があることが示唆される。

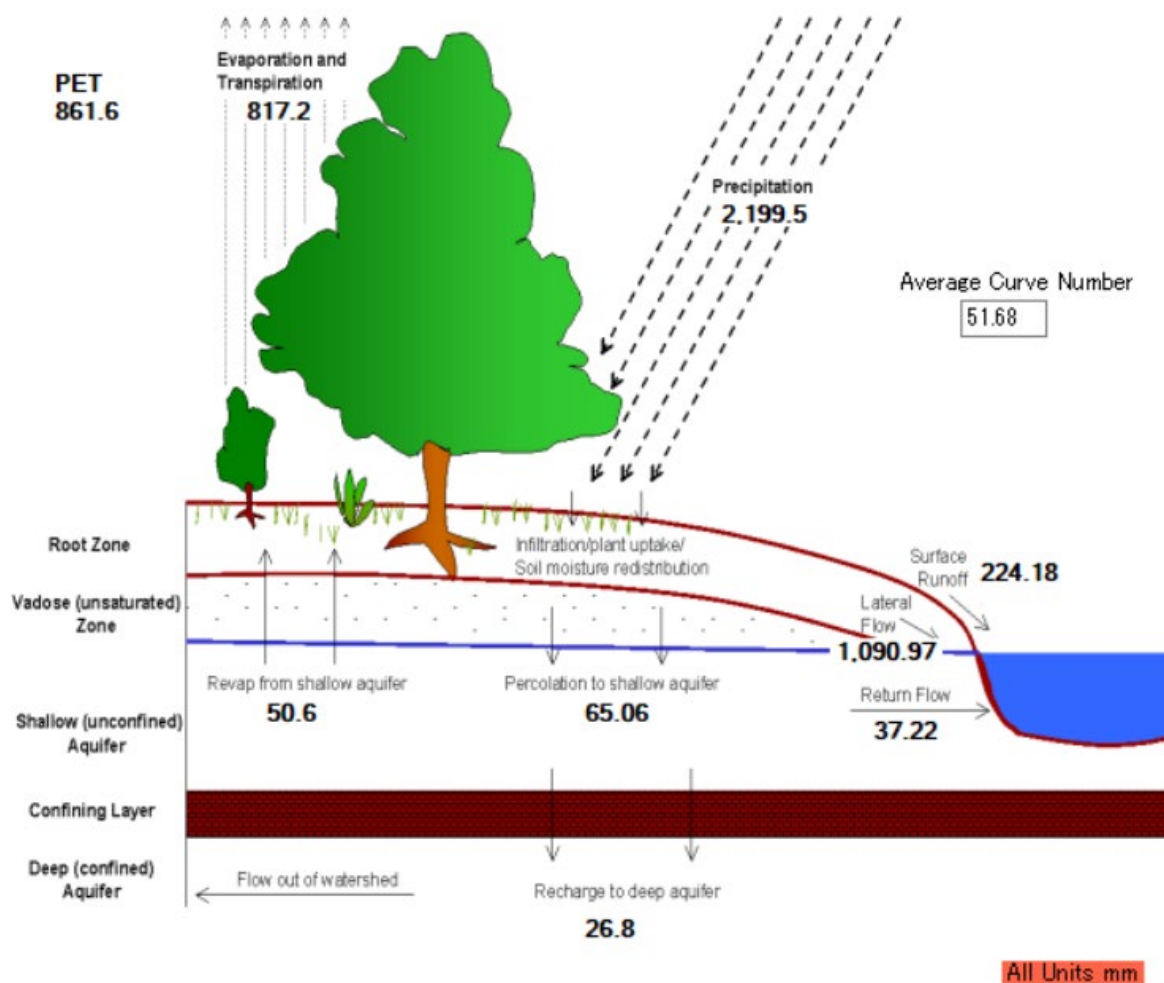


図 V-48 矢部川モデルの水収支推定結果

表 V-74 矢部川の水収支・モデル推定結果と既存資料の比較

区分	矢部川モデル年間水収支		福岡市水収支 (1999 年) (%) *1	森林の蒸発散量 (mm/年) (福岡県) *2
	mm/年	%		
降雨	2,199.5	100	100	
蒸発散	817.2	37	33	860
表面流出	224.18	10	46	
側方流	1,090.97	50	-	
下水放流		-	23	
地下浸透	65.06	3	18	
農水・ダム取水		-	-18	
その他	2.09	0	-2	

*1 福岡市水循環型都市づくり基本構想, 2006 年, 福岡市

*2 日本の水文気象(3)-森林における蒸発散量、近藤純正、1992、水文・水資源学会誌

(4) 流量・水収支推定に係る考察

本年度の作業で、一定程度の精度で流量を推定することができた。同時に、以下のとおり、引き続き確認・再検討が必要な事柄も示されているため、次年度以降引き続き推定精

度の向上と結果分析を続けることとする。

矢部川モデルにおける検討課題

1) 流量パターン

- 平水時の流量、出水時のピーク流量ともに、過少推計の傾向を示している。
- ピーク流量の発生のタイミングが実測値と推定値でずれを生じる箇所がある。

2) 水収支

- 全体量、各界への移送量：既存資料と再度比較・検討することが望ましい。
- 構成比率：地下浸透量と表面流出量はやや過小、側方流が過大に算定されている可能性がある。

3) パラメータ

- マニングの粗度係数（OV_N）、表面流の流出遅延度合い（SURLAG）等、既存文献や菊池川モデルの値を参考に設定幅の調整を行った一部のパラメータについて、キャリブレーションソフトが自動調整した結果の値は設定幅を超えるものであった。これは、その他のパラメータの設定幅を非常に狭く設定していた、あるいはパラメータによっては固定していた兼ね合いで生じた現象と想定されるが、結果として、実測値との整合が取れなくなった。再度、複数パラメータの幅を大きめに設定し直して、調整する必要がある。