
博多湾の水循環の検討

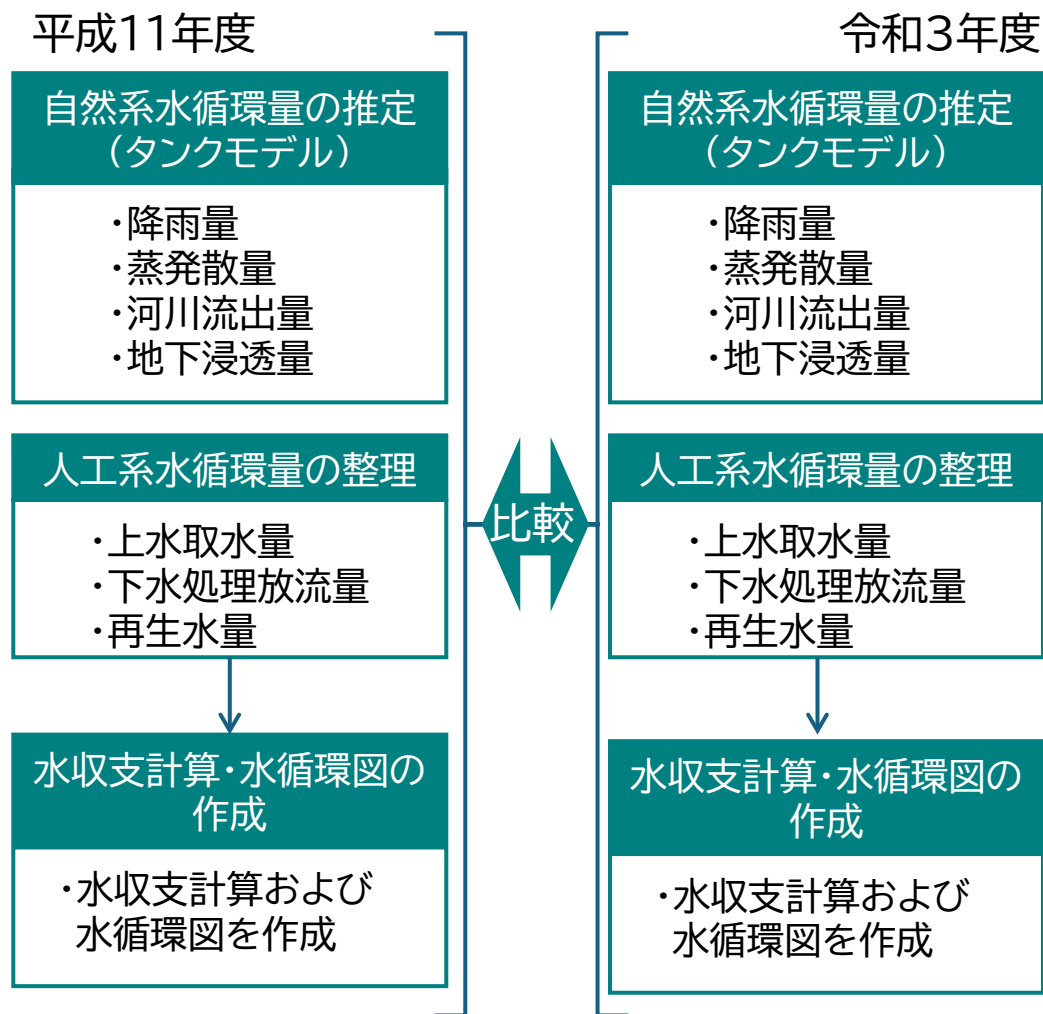
1. 業務の背景と目的

- 博多湾流域では、平成10年頃(平成11年度)と比べて、水田等の減少や宅地・市街地の増加などの土地利用の変化が進行してきた。これにより、雨水の浸透や流出の仕方が変化している可能性がある。
- また近年では、梅雨期の降雨特性の変化や極端な大雨の発生など、気象条件の変化がみられるようになってきている。これらの変化は、流域から博多湾へ流入する水量や流れ方に影響を及ぼしている可能性がある。
- 一方で、平成11年度以降、土地利用や気象条件の変化を踏まえた流域全体の水循環の変化については、十分に整理されてこなかった。

- 
- そこで本業務では、平成11年度を過去の基準年とし、最新の状況を反映した令和3年度の数値を用いて、土地利用および気象条件の違いによる水循環の変化を定量的に把握することとした。
 - 得られた結果は、栄養塩類のあり方検討に向けた基礎資料として活用することを想定している。

2. 検討の全体フロー

- 博多湾流域における水の動きの変化を把握するため、平成11年度と令和3年度を対象として、自然の水循環と人為的に利用されている水循環を同一の考え方で整理し、流域全体の水収支を比較評価した。
- 具体的には、両年度について、降雨を起点とする自然系水循環量をタンクモデルにより算定した後、既存資料を用いて人工系水循環量を整理した。
- これらを統合して水収支計算および水循環図を作成し、両年度の結果を比較することで、水循環の変化の有無とその特徴を整理した。



検討フロー

3. 計算条件

① 対象範囲・時期

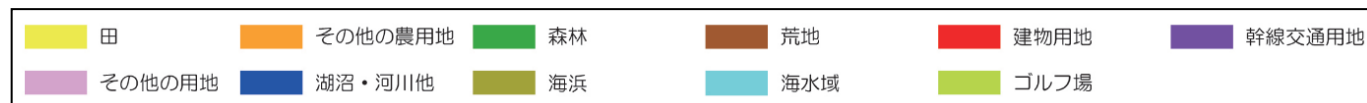
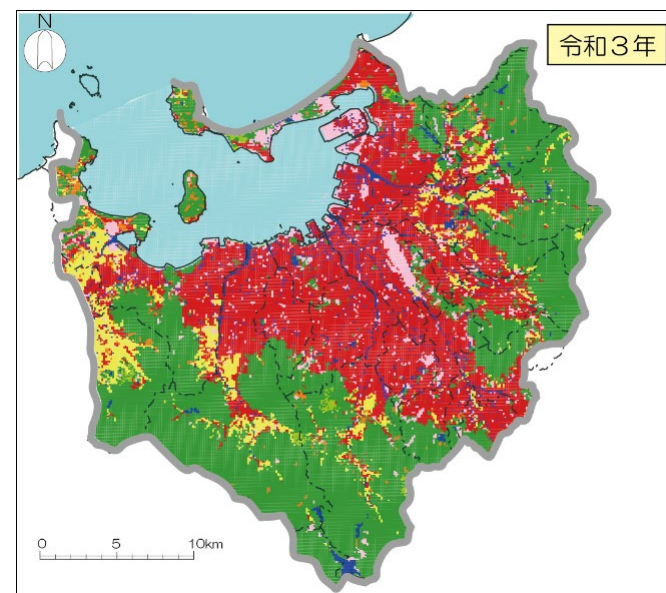
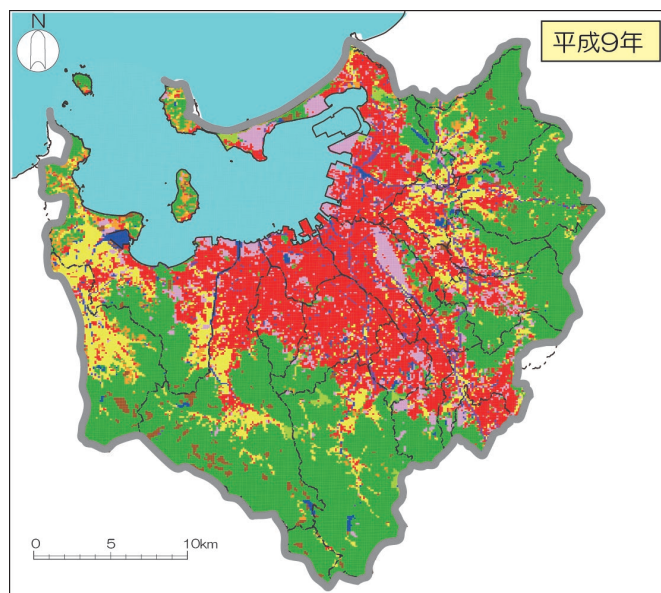
対象範囲: 博多湾流域全体

対象時期: 平成11年度※と令和3年度の比較

※土地利用は平成9年を利用した

② 土地利用区分

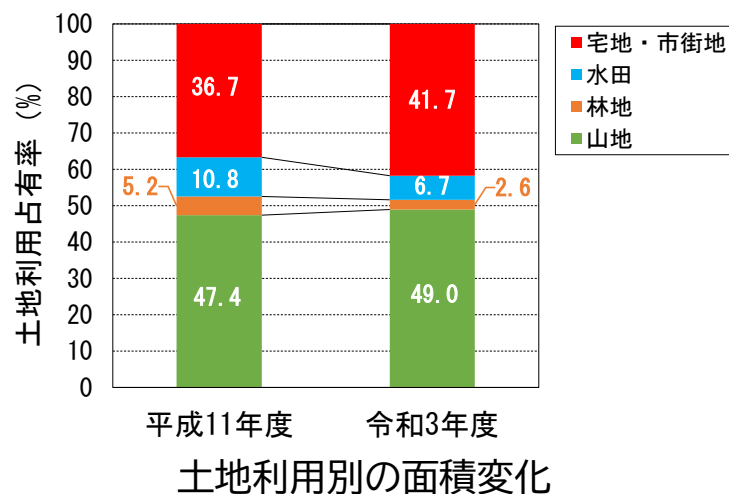
流域内の土地利用にあわせて、①山地、②林地、③水田、④宅地・市街地の4区分に整理した。



3. 計算条件

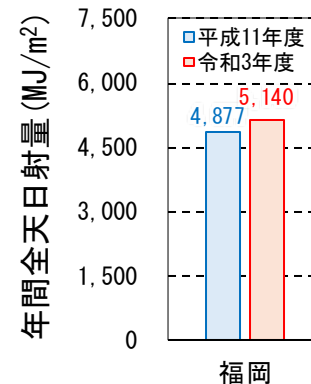
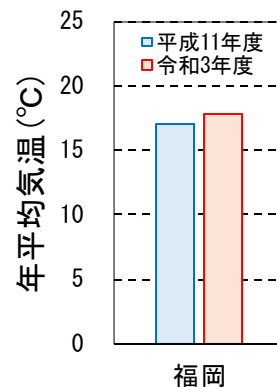
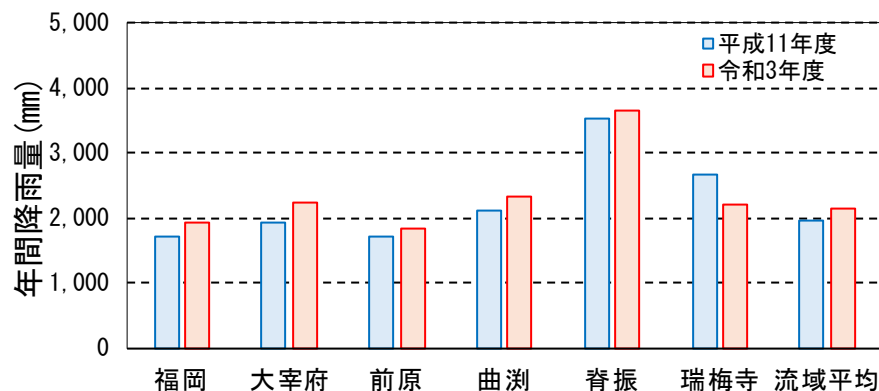
③ 土地利用の変化

- 平成11年度頃から令和3年度頃にかけて、宅地・市街地の割合が約5ポイント増加。
- 一方で、水田および林地の割合は減少。



④ 気象条件の変化

- 令和3年度頃は、平成11年度頃に比べて年降雨量が約1割増加し、年平均気温や全天日射量も上昇するなど、蒸発散や降雨後の水の動きに影響を与える気象条件となっている。

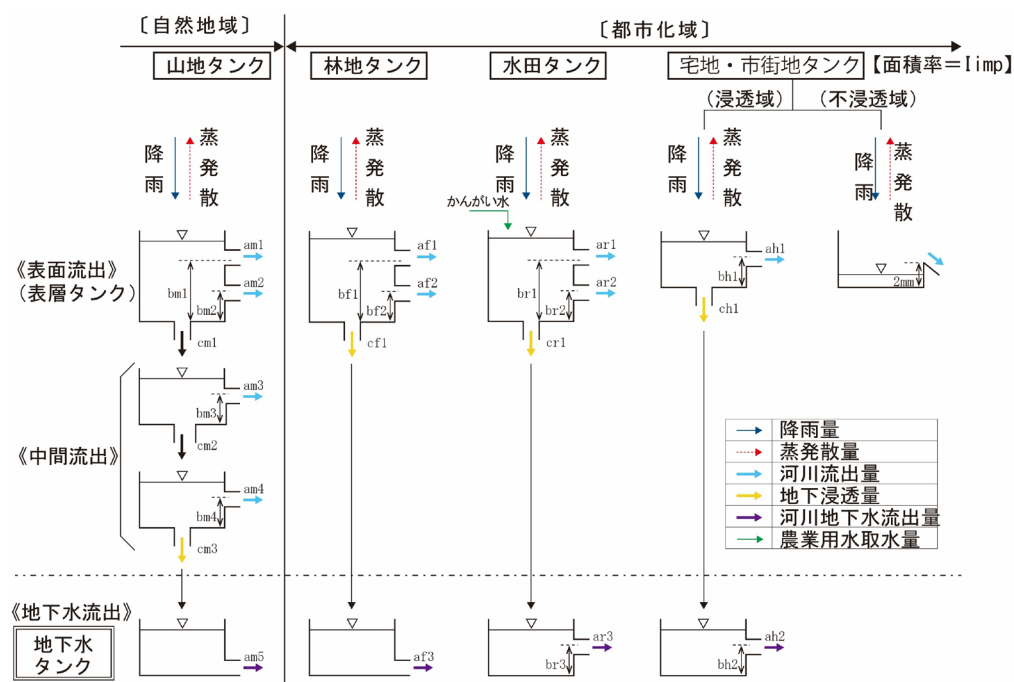


年間降水量(左)、年平均気温(中)、年間全天日射量(右)

4. 計算方法の概要（タンクモデル）

自然系水循環の算定方法

- 自然系水循環量は、土地利用別タンクモデルを用いて算定し、山地、林地、水田、宅地・市街地の区分ごとにモデル化し、土地利用の違いによる水の浸透・流出特性を反映している。蒸発散量については、気象条件を考慮可能なペンマン法により算定した。
- なお、本検討は年単位の水収支を対象としており、ダムによる一時的な貯留の影響は小さいと考え、計算上は考慮していない。



土地利用形態別のタンクモデルの構成

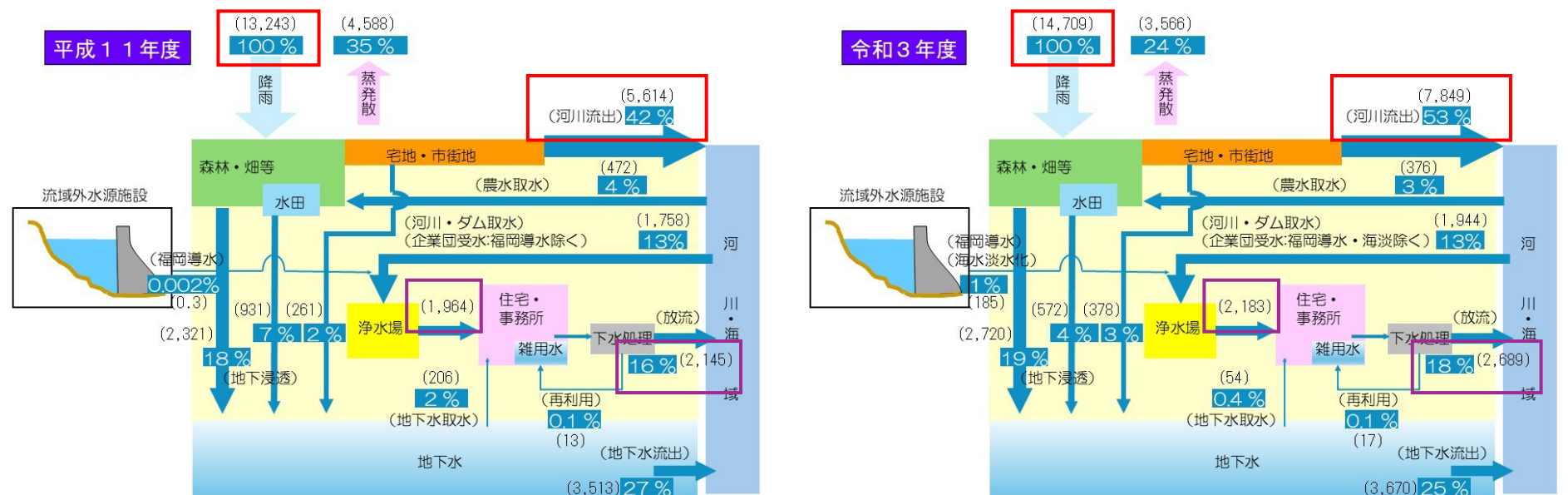
5. 計算結果 平成11年度と令和3年度の水収支計算の比較

① 自然系水循環の変化

- 令和3年度は、降雨量の増加(約1割)に対して河川流出量は約4割増加しており、蒸発散量は約2割減少するなど、雨が河川へ流れやすい水循環へと変化している。

② 人工系水循環の変化

- 流域人口の増加や流域外水源の拡大を背景に上水取水量および下水処理放流量がいずれも約2割増加、下水処理水が河川・海域への流出量の約2割を占める。



注1) 図中の括弧内の数値は流動量(10万m³年)である。

□ : 自然系水循環の変化 □ : 人工系水循環の変化

博多湾流域の水収支図(左:平成11年度、右:令和3年度)

6. 考察 平成11年度から令和3年度にかけての水循環の変化

① 蒸発散量の減少

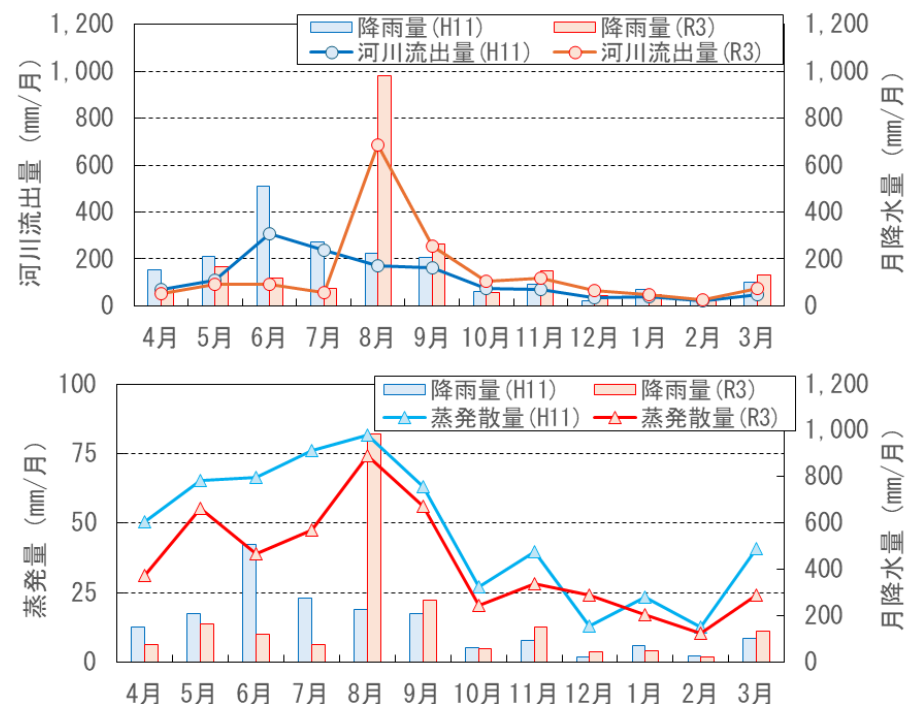
- 令和3年度は梅雨期(6～7月)の長雨が少なく、蒸発散量は全体として減少した。
- 流域の約4割を占める宅地・市街地により、雨が滞留しにくい流域特性も影響している。

② 河川流出量の増加

- 8月に日降雨量200mmを超える大雨が発生し、河川流出量は大きく増加した。
- 市街地割合の高い流域では、降った雨が速やかに河川へ流出しやすい。

③ 上水・下水の増加

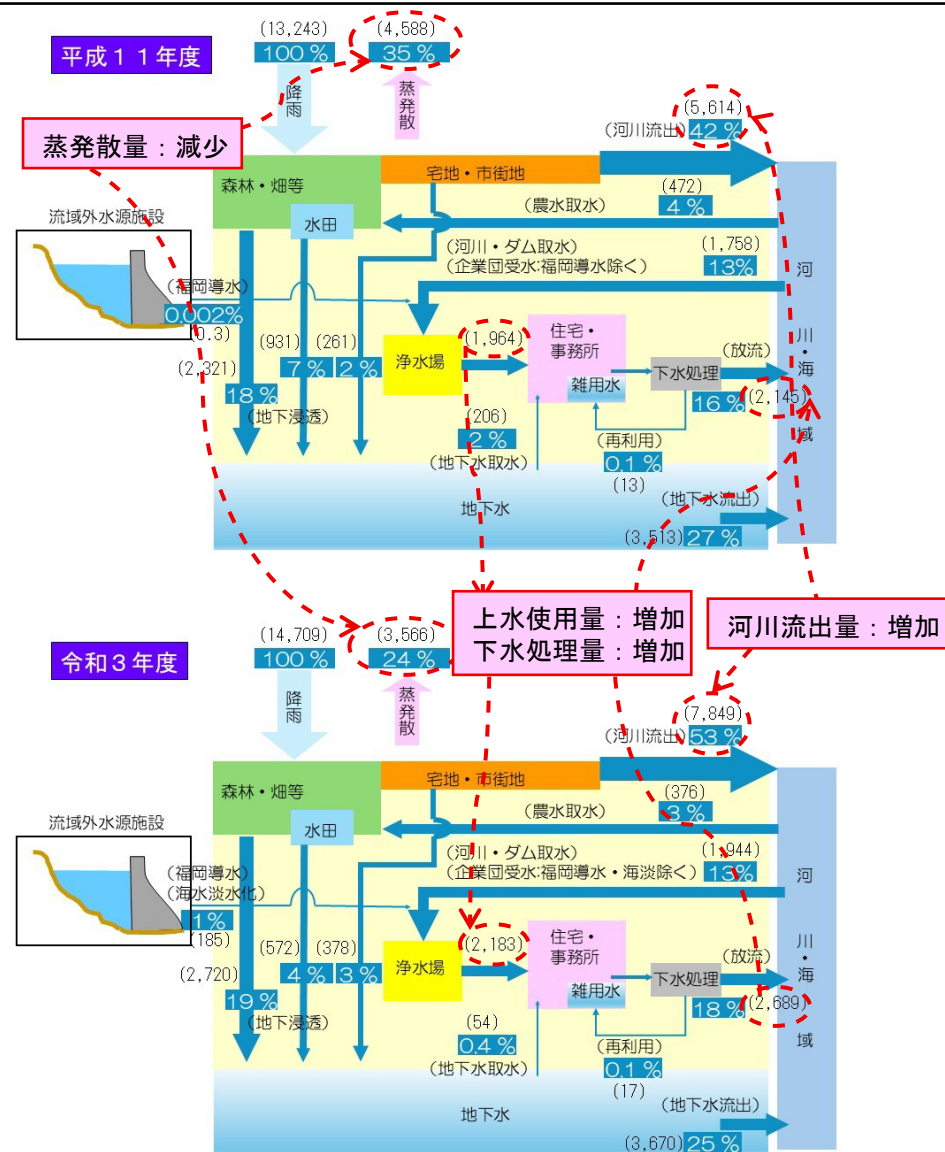
- 流域人口の増加により、上水取水量は約2割増加した。上水使用量の増加に伴い、下水処理放流量も約2割超増加している。(P7参照)



気象条件の違いによる
河川流出量(上)と蒸発量(下)の比較
(土地利用:令和3年度)

6. 考察 平成11年度から令和3年度にかけての水循環の変化

- 以上の結果から、博多湾流域では、近年の降雨パターンの変化が水循環特性に大きく影響していると考えられる。
- 博多湾流域は、宅地・市街地の割合が高いため、雨が降ると水が地表にとどまりにくく、速やかに河川へ流出しやすい流域特性を持つ。
- このため、令和3年度のように、梅雨期の長雨が少なく、局地的な大雨が発生する降雨パターンとなった場合、河川流出量の増加や蒸発散量の減少が生じやすい。
- こうした水の流れの変化により、ファーストフラッシュなどを通じて、河川から博多湾へ流入する水量・水質・流入負荷量が変化している可能性がある。



博多湾流域の水収支図(上:平成11年度、下:令和3年度)