

## 山岳地流域における流域平均雨量算定法の比較 Comparison of estimated average areal rainfalls in a mountainous watershed

○菅原 玄太\*      高瀬 恵次\*      吉田 匡\*\*  
Genta Sugawara\*      Keiji Takase\*      Masashi Yosida\*\*

### 1. はじめに

近年、地球温暖化などの影響による様々な水災害が懸念される状況にあって、流域平均雨量(以下では、流域雨量という。)の算定は極めて重要な課題である。流域雨量算定には様々な手法が提案されているが、降水の測定が難しく、その空間的バラツキが著しい山岳地流域において、限られた地点雨量データから流域雨量を算定する手法の開発は重要な課題である。そこで、本報告では流域雨量を単純平均法、ティーセン法、雨量-標高法そして逆距離加重法により算定・比較し、山岳地流域における妥当な算定法を検討した。

### 2. 調査対象流域

調査対象流域は、西日本最高峰の石鎚山系を源流として愛媛県西条市を流下する加茂川の上流域であり、その流域面積は約174km<sup>2</sup>である。流域雨量算定には流域内の6地点、流域外の2地点で観測されたデータを用いた。なお、瓶ヶ森観測点は、高標高地点における雨量観測のため2009年に設置したもので、冬季には観測を行っていない。流出量は長瀬堰で観測されたデータを使用し、可能蒸発量は流域外の西条アメダスで観測された気象データを用いてペンマン法より算定した。

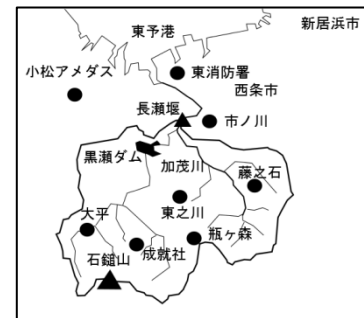


図1 調査対象流域

### 3. 雨量の標高依存性についての検討

面積雨量を算定する前に、調査対象流域における雨量の標高依存性を検討した。図2には、2009年5月から観測を開始した高標高地点の瓶ヶ森で観測された期間の総降雨量および長期にわたるデータが利用可能なその他の観測点雨量と標高との関係を示した。図2の回帰直線は瓶ヶ森を除く観測点について得られたものである。このように、調査流域において長期にわたる総雨量は標高とともに増加することがわかる。また、低標高地点の観測点データから得られる回帰式を用いて高標高部分の雨量をある程度の精度で推定することができると考えられる。

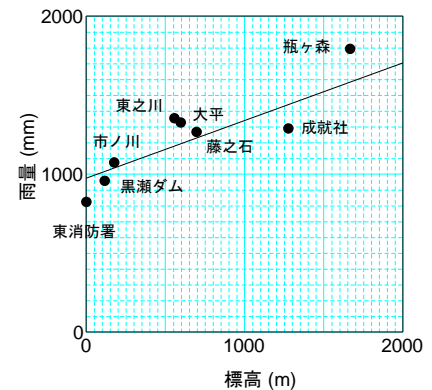


図2 降水量と標高の関係  
(2009年5-11月)

### 4. 流域平均雨量算定値の比較と水収支的考察

#### 4.1 年降水量データを用いた流域平均雨量

先にも述べたように、本報告では単純平均法、ティーセン法、逆距離加重法そして雨量-標高法の4手法を用いて流域雨量を算定した。このうち、前3者は平面的な分布を、雨量-標高法は鉛直的分布を考慮した算定法であると考えられる。まず、各地点で観測された年降水量データを用い

\*石川県立大学大学院生物資源環境学研究科 Graduate School of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa prefectural university, \*\*石川県庁 Ishikawa prefectural government

キーワード：流域平均雨量，水収支，単純平均法，ティーセン法，雨量-標高法，逆距離加重法

て年流域雨量を算定し、その妥当性を以下の水収支式より検討した。

$$ET=R-Q-\Delta S \quad (1)$$

ET：年蒸発散量，R：算定した流域雨量，Q：年流出量， $\Delta S$ ：貯留量変化  
貯留量変化は調査対象流域内に位置する黒瀬ダムの貯水量と積雪や土壌水分などの影響を受けるが、以下では積雪の影響を小さくするため消雪期にあたる5月を境とする水年(water year)を水収支期間とした。各算定法で求めた流域雨量をその他の水収支成分および蒸発散比と併せて表2に示す。2007-2008年の水年では、どの算定法を用いても蒸発散比の値は小さいが、とくに雨量-標高法以外で算定した蒸発散比は過小であることがわかる。一方で、2008-2009年の水年では、どの算定法を用いた場合でもほぼ妥当な蒸発散比の値となる。この2水年を通して判断すれば、雨量-標高法により算定した流域雨量が最も妥当であると考えられる。

表2 年降水量データを用いて算定した流域雨量とその他の水収支成分

| 水年    | Q      | Ep    | $\Delta S$ | 流域平均雨量 (mm/y) |        |        |        | 年蒸発散量 (mm/y) |       |       |       | 蒸発散比 |      |      |      |
|-------|--------|-------|------------|---------------|--------|--------|--------|--------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
|       |        |       |            | ①             | ②      | ③      | ④      | ①            | ②     | ③     | ④     | ①    | ②    | ③    | ④    |
| 07-08 | 2185.3 | 761.2 | 71.6       | 2412.8        | 2431.0 | 2631.5 | 2262.4 | 155.9        | 174.2 | 374.7 | 5.5   | 0.20 | 0.23 | 0.49 | 0.01 |
| 08-09 | 1359.6 | 737.3 | -27.3      | 1777.8        | 1784.1 | 1900.6 | 1712.8 | 445.4        | 451.8 | 568.3 | 380.4 | 0.60 | 0.61 | 0.77 | 0.52 |

Q：年流出量(mm/y) Ep：可能蒸発量(mm/y)  $\Delta S$ ：貯留量変化量(mm) ①：単純平均法 ②：ティーセン法  
③：雨量-標高法 ④：逆距離加重法

#### 4.2 日流域平均雨量と水収支

水に関わる様々な設計や計画では日単位での流域雨量が必要である。そこで、日降水量データを用いて日流域雨量を算定した。単純平均法、ティーセン法そして逆距離加重法は降水イベント毎に重みが変わらないため、日流域雨量を積算した値は年降水量を用いて算定した年流域雨量と等しくなる。したがって、これらの方法では水収支を満足

することができないため割り増し係数を乗じて水収支を合わす必要がある。一方で、雨量-標高法は降水イベント毎に回帰直線が変わるため日流域雨量を積算した値と年降水量を用いて算定した年流域雨量は等しくならない。表3に日降水量データを用いて雨量-標高法により算定した日流域雨量の積算値と水収支式より算定した年蒸発散量、蒸発散比を示す。年降水量を用いた場合の流域雨量と日降水量を用いた場合の流域雨量にはあまり差がないことがわかる。また、雨量-標高法を用いれば水収支を満足する流域雨量を得ることができると考えられる。

表3 日降水量データを用いて算定した流域雨量とその他の水収支成分

| 水年    | 流域平均雨量 (mm/y) | 蒸発散量 (mm/y) | 蒸発散比 |
|-------|---------------|-------------|------|
| 07-08 | 2635.0        | 378.1       | 0.50 |
| 08-09 | 1901.3        | 568.9       | 0.77 |

#### 5. おわりに

本報告では、流域雨量をいくつかの方法で算定し、雨量-標高法が水収支的に最も妥当な流域雨量を与えることを示した。今後は、レーダー雨量など雨量の空間的分布を考慮した流域雨量推定法などと併せて流域平均雨量の算定法を研究していく予定である。

#### 参考文献

Wilfried Brutsaert(2008), 杉田倫明 著：「水文学 Hydrology :An introduction」, 共立出版, pp.73-74