

# 地域計画における水のエネルギー利用に関する研究 ～福岡県糸島市白糸の滝を事例として～

九州大学工学府

学生員

安永 文香

九州大学工学研究院

非会員

藤本 穰彦

九州大学工学研究院

フェロー会員

島谷 幸宏

## 1.はじめに

現在、エネルギー問題や地球温暖化といった問題により、水力、風力、太陽光などの自然エネルギーが注目されている<sup>1)</sup>。特に、日本においては原子力発電の問題も重なり、さらに注目を集めている。注目される理由としては、石油や石炭のように資源に限りがないこと、自国の資源を利用できることやCO<sub>2</sub>の排出を削減できることが挙げられる。また、地域の資源を利用することで地域の復興にも効果をもたらすと期待されている<sup>2)</sup>。自然エネルギーの中でも、水力発電は風力や太陽光に比べ安定しており、設備利用率が高い(太陽光の5~8倍)といった長所から水力発電に着目した。さらに、小水力発電は大水力と比較して環境負荷が小さいという利点をもつ<sup>3)</sup>。そこで、小水力発電に着目し、地域計画における水のエネルギー利用による地域活性化を目的としている。

地域計画において水のエネルギーを利用する際に重要なことは、まず当該地点のエネルギーポテンシャルを知ることである。水力発電の発電量の計算は非常に簡単で、 $P(\text{kW})=Q(\text{m}^3/\text{s})\times H(\text{m})\times g(\text{m}/\text{s}^2)\times \eta$ で計算される。ここで、 $P$ :出力、 $Q$ :流量、 $H$ :有効落差(=総落差-損失落差)、 $g$ :重力加速度、 $\eta$ :総合効率(概ね0.6~0.8)である。この式から、発電量は流量と落差で決まることが分かる。すなわち、ポテンシャルを求めるためには、当該地点での流量をより正確に求める必要がある。ポテンシャルの推計手法は、手法ごとで流量の換算方法は異なるが、すでにいくつか存在している<sup>4),5),6)</sup>。しかしながら、正確なポテンシャルを推計するためには流量の値は非常に重要であるが、その流量の換算方法には未だに問題がある。例えば、流量の値に季節的変動が考慮されていないものや気象条件・地質条件を考慮されていないものがある。本研究では、簡単に計算ができ、より正確な流量を求める方法論を示す。

## 2.調査対象地

調査対象地は、福岡県糸島市の白糸の滝を中心とした自然公園である。そこは、「白糸の滝ふれあいの里」という県指定の名勝であり、標高900mの羽金山の中腹530mに位置する。落差24mから流れ落ちる豊かな水量を誇る白糸の滝と10万本以上のアジサイが咲く、

年間約14万人が訪れる糸島市の有力な観光スポットである。白糸の滝の位置を図-1に示す。

「白糸の滝ふれあいの里」には、入込客の季節的な変動が非常に大きい、夏場の繁忙期を除いて観光客の滞留時間が短い、駐車場の台数が少ないといった課題がある。そこで、これらの課題を解決するために、「白糸の滝ふれあいの里」が有している水のエネルギーを有効利用しようと対象地として選定した。

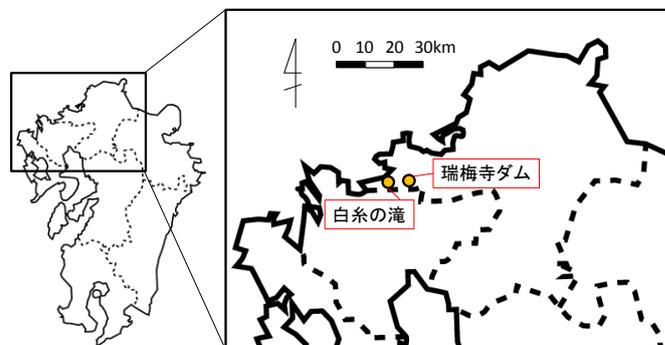


図-1 調査対象地

## 3.調査方法

実測流量と既存の文献にてポテンシャルを推定するために使用されている推計流量との間には、どういった違いが出るのかを比較する。そのために、同じ地点における実測流量と推計流量を求める。

### 3-1 実測流量調査

白糸の滝下流にて計4回(2011年9月14日、10月3日、11月9日、11月10日)、流量観測を行った。流量観測には、メジャー、スタッフ、プロペラ式流速計を使用した。流量観測の方法は、まず図-2のように川の断面を分割し、各区間の中心部で水深 $h_x$ を測定する。そして、各区間の幅 $w_x$ と水深 $h_x$ を掛けることで区間ごとの断面積 $A_x$ を求める。最後に、区間の中心部で測定した流速 $v_x$ と断面積 $A_x$ の積から区間ごとの流量 $q_x$ を求め、合計することで流量 $Q$ を求めた。

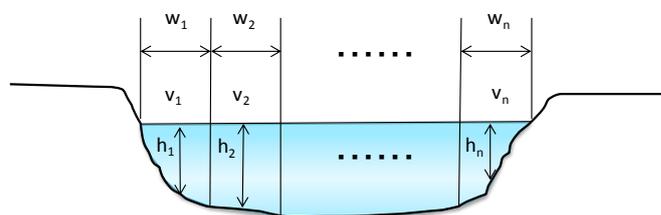


図-2 流量観測の断面

流量を求める計算式は、次の通りである。

$$Q(\text{m}^3/\text{s})=q_1+q_2+\dots+q_n=A_1v_1+A_2v_2+\dots+A_nv_n$$
$$A_1=w_1 \times h_1, \dots, A_n=w_n \times h_n$$

### 3-2 推計流量の求め方

既存の文献と同様の方法により、調査対象地における推計流量を求める。推計流量の求め方は、白糸の滝の近くに設置されている瑞梅寺ダム（図-1参照）の流入データ（流量観測を行った日のデータ）をその集水面積で割ることで比流量を出し、それに白糸の滝の集水面積を掛けるといった方法である。集水面積はそれぞれ瑞梅寺ダム 7.2km<sup>2</sup>、白糸の滝 1.55km<sup>2</sup>である。白糸の滝の集水面積は25000分の1の地形図に集水面積を描き込み、それをプランメーターで測ることにより求めた。

## 4.結果と考察

計4回の流量観測の結果と瑞梅寺ダムの流入量から推定した推計流量の結果を表-1にまとめる。また、実測流量と推計流量の比を取った。

	実測流量(m <sup>3</sup> /s)	推計流量(m <sup>3</sup> /s)	実測/推計
9月24日	0.111	0.071	1.558
10月3日	0.254	0.108	2.350
11月9日	0.165	0.066	2.495
11月10日	0.158	0.065	2.429

表-1 実測流量と推計流量の結果

実測流量と推計流量を比較すると、推計した流量よりも実測した流量の方が多いは明らかである。このことから、当該地点の流量を知るために、ただ近隣のダムや流量計のデータを面積比で求めるだけでは、正確な値を求めることができないということが分かる。また、実測流量と推計流量の比は9月24日には1.6程度で、その他の3日間の比は2.3~2.5程度とさらに大きくなっていることが表から読み取れた。

この2つの流量の違いの原因として、推計流量を求める際に気象条件や地質条件を考慮していないことが考えられる。当該地点とデータを入手した地点とが距離的に近いとはいえ、気象条件や地質条件が大きく異なる場合がある。例えば、降雨量などの違いが挙げられる。また、地質でいうと硬い地質と柔らかい地質では流量に大きな差が出てくる。硬い地質は水が浸透しにくく表層の水が流下していくのに対し、柔らかい地質には水は浸透しやすく保水力が高い。この保水力の差により、特に降雨量が少なくなる冬に流量の差が顕著となることが予想される。他にも森林の割合といったパラメーターも流量に効いてくるのかもしれない。よって、より正確な流量を求めるためには気象条件、地質条件や森林の割合などといった様々な要因が流量に効いてくると考えられるので、それらを考慮する必要があると思われる。

## 5.まとめ及び今後の課題

本研究において従来の流量の換算方法では、当該地点とデータの入手地点との条件の違いにもよるが、正確な値を求めることが難しいということが分かった。また、流量には気象条件や地質条件といった様々な条件が作用しており、これらの条件を考慮することでより正確な推計流量を求めることができると思われる。よって、今後は様々な条件を有するダムを抽出し、どのような条件が効くのか、どれくらい効くのかなど、相関図を作成し、考察していく必要がある。

調査対象地における流量の考察から、対象地は「白糸の滝ふれあいの里」及び下流の白糸集落にて使用されている電力量を賄うだけのポテンシャルは十分に有しており、今後の地域計画において非常に重要な役割を果たすと思われる。現在、先に述べた対象地での課題を解決するために、水のエネルギーを利用した地域計画を行っている段階である。構想としては、「小水力エコパーク」といった小水力について学んだり、作り出した電力を使った玩具で遊んだりできる施設を設ける計画を進めている。これにより、入込客の季節的変動の抑制や滞留時間の確保を期待している。さらに、繁忙期における交通渋滞を緩和するため、下流の空いた場所に駐車場を設置し、そこから歩いて登れるように川沿いに遊歩道を整備することを計画している。また、お年寄りや足の不自由な方々のために新設した駐車場からEVバスにて上まで運ぶルートも計画している。これらの計画を実現するためにも1年間の流況を調査し、実際どれほどのポテンシャルを有しているのかを知る必要がある。最終的には、流量観測を行わずにより正確な流量を簡単に求めることができるモデル式を求めることを今後の課題とする。

## 6.参考文献

- 1) 井上素行・白石栄一：再生可能エネルギーとしての新たな時代の水力，科学技術動向2010年3月号，  
[http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt108j/1003\\_03\\_featurearticles/1003fa02/201003\\_fa02.html](http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt108j/1003_03_featurearticles/1003fa02/201003_fa02.html)
- 2) 小林久・戸川裕昭・堀尾正毅：小水力発電を地域の力で、独立行政法人 科学技術復興機構・社会技術研究開発センター
- 3) 小林久：小水力が地域を救う，地域の力で自然エネルギー！，岩波ブックレットNo.786，pp.7-19，2010
- 4) 環境省委託事業：平成21年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル報告書，2010
- 5) 環境省委託事業：平成22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル報告書，2011
- 6) 財団法人 新エネルギー財団：平成20年度中水力開発促進指導事業基礎調査(未利用落差発電包蔵水力調査)報告書，2009