

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○太田 絢也
 京都大学防災研究所 正会員 角 哲也
 京都大学防災研究所 正会員 竹門 康弘

1. はじめに

岡山県北東部阿波村にある落合川において小水力発電が計画されている。しかしながら、現地では長期間の流量観測資料がなく、発電能力の評価が十分ではない。そこで、現地での流量観測を行うとともに、タンクモデルを用いた流量推定を試みた。落合川の特徴は、上流に高層湿原の黒岩高原が存在することであり、タンクモデルのパラメータを調整して流況を再現し、発電量を予測した。また開墾や山焼き文化の消失などから上流の湿地面積は減少傾向にあり、以前の豊かな湿地環境の保全が、自然環境と水力発電の両面において重要であることを確認した。

2. 研究手法

2.1 研究地点

阿波村(図1)の年平均気温は11.7℃、年平均降水量は2,266mm、落合川の流域面積は7km²であり、特に最上流部の黒岩高原の冬期の積雪量は1mを超える。小水力発電の取水地点は図2に示す上流堰堤(EL:631)、放水地点は金山橋下流(EL:538)に設定されている。現在阿波村は人口が減少傾向にあり、特に若年層が少なく過疎化が進んでいる。ガソリンスタンドも撤退しており、住民のニーズとして小水力発電の売電収入によりガソリンスタンドの経営費を補うことが1つの目的になっている。



図1 阿波村の位置

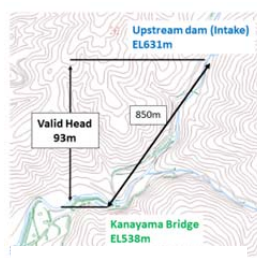


図2 取水・排水地点

2.2 流量測定

年間の流況評価を行うために、絶対圧水圧計を4地点、大気圧計を2地点(中間堰堤)に設置した。また、プロペラ流速計を用いた流量測定を図3に示す5地点(①~⑤)において行った。



図3 水圧計・流量調査の位置

2.3 流況の再現

3段タンクモデルを用いて流況の再現を行った。上流には湿地があり、特徴的な流出がみられる落合川では日本で一般的に用いられる気象庁が採用しているIshihara & Kobatake(1979)の直列3段タンクモデル(図4)による標準パラメータは適用できず、現地データをもとに最適なパラメータを推定した。ただし積雪・融雪モデルは考慮しておらず、また流況再現性はNASH-SUTCLIFFE係数を用いて確認した。

3. 結果および考察

3.1 流量観測データ

水圧計設置地点の水圧と流量観測データを用いて水位-流量曲線を作成し、水圧の連続計測データから流量を推定した(図5)。ここで、水圧計が洪水時に流出したりしたため、水圧-流量データはいずれも連続ではないことから、複数のデータを組み合わせることで年間の流量時系列データを完成させた。

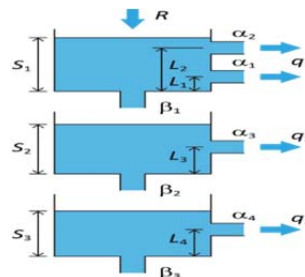


図4 タンクモデル

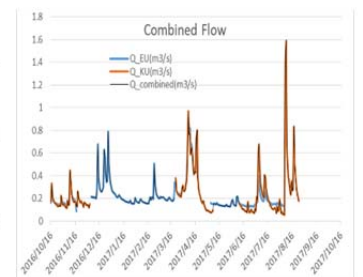


図5 合成したハイドログラフ

3.2 タンクモデルによる流況の再現

図6が井澤・三好が用いたパラメータ(表1)を用いた流況再現結果である。青線は実測データ、赤線が再

現結果を示す。このパラメータでは洪水のピークが大きすぎ、基底流量は小さくなっている。これより、洪水のピークを抑えるために α_2 を小さくし、基底流量を増加させるために α_4 を大きくした結果、NASH-SUTCLIFFE 係数は 0.75 と再現性が向上した(図 7)。また、これをもとに流況曲線(図 8：青線)も作成した。

表 1 パラメータ比較(標準、井澤・三好、落合川)

Parameter	①Standard	③Izawa&Miyoshi	⑦Ota4
α_1	0.1	0.01	0.01
α_2	0.15	0.15	0.001
α_3	0.05	0.004	0.004
α_4	0.01	0.0003	0.001
β_1	0.12	0.04	0.04
β_2	0.05	0.04	0.04
β_3	0.01	0.001	0.001
L1	15	15	15
L2	60	60	60
L3	15	0	0
L4	15	0	0

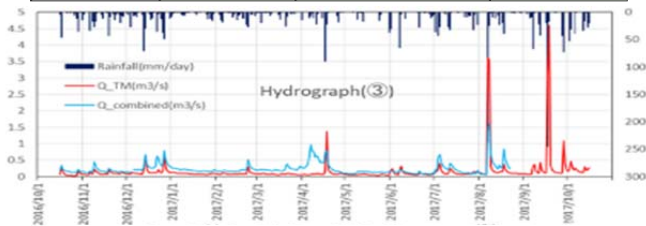


図 6 井澤・三好のパラメータを用いた落合川の再現

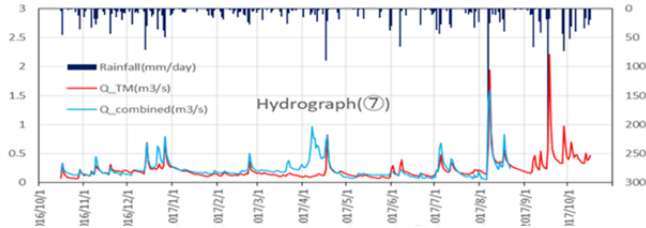


図 7 落合川に合うようにパラメータを調整

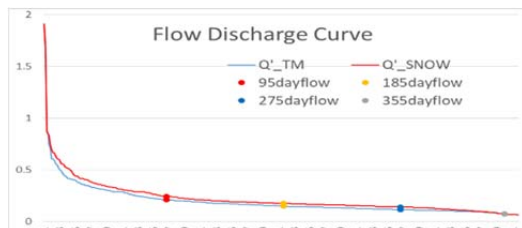


図 8 タンクモデルの再現結果を用いた流況曲線

3.3 発電効率について

落合川の発電効率について考えるために、河況係数(= Q_{95}/Q_{355})と流量設備利用率(= 発電利用可能総流量/全流入量)を検討した。まず、図 8 の流況曲線から求められる落合川の河況係数は 2.98 であり、図 9 に示すように中国地方と四国地方の他河川と比較した結果、黒岩高原の保水効果により流況が安定しており、水力発電に有利であることが明らかとなった。また、図 10 に河況係数と流量設備利用率の関係を示す。落合川は 72.8% (落合川:赤点) とかなり高く、河況係数が 1 に近づくと流量設備利用率は増加し、水力発電が落合川において効率的に行われることが分かる。

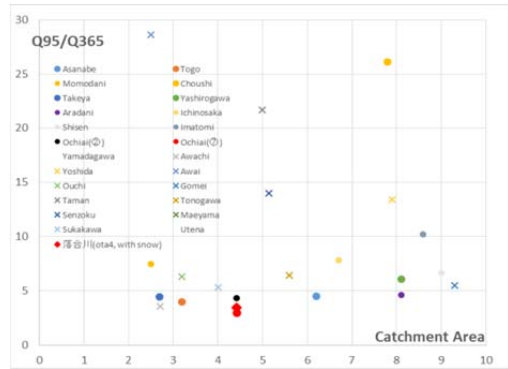


図 9 流域面積と河況係数

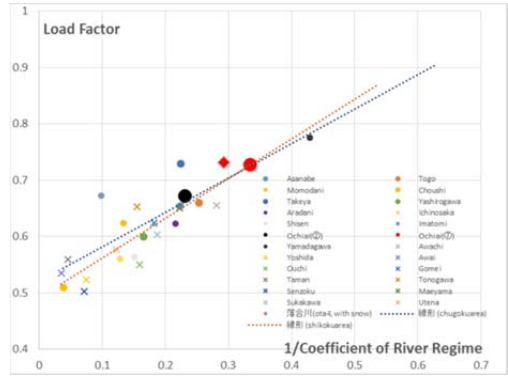


図 10 河況係数と流量設備利用率

3.4 発電量の推定

図 8 の流況曲線を用い

て発電量を推定 (発電ガイドラインに基づく河川

維持流量を考慮) した。概算では、村の電力を補うことができ、ガソリンスタンドも経営可能である。

維持流量(100㎥あたり) : 0.3 m³/s
 $P=133$ (kW)
 $P=849 \times 10^3$ (kWh/year)

29million Yen (34jpy/kWh)
 For 262 houses (3240kwh/house unit)

3.5 融雪の考慮

今回はタンクモデルで考慮していない融雪を概略で考慮すると図 8 の赤線になる。融雪出水により 95 日流量以前の部分が増加しそれに伴い 95 日流量以降も増加し、発電量も増加することが想定される。

4. 結論

落合川の流況を、現地観測およびタンクモデルで再現し、水力発電導入のメリットを確認した。その結果、黒岩高原の保水効果により流況が他河川に対して非常に安定(河況係数小)しており、水力発電に有利(流量設備利用率大)であることが明らかとなった。一方で、黒岩高原では戦後の開墾で作った排水路や山焼き文化の消滅により、湿原が減少してきている。湿原の回復は自然環境保全だけでなく水力発電の面でも有効であり、地域の人々に湿原保全のメリットを提示し、理解を促進する上でも本検討結果は効果的である。

参考文献：井澤佑真，三好岩生：湿原を含む山地流域における降雨流出の応答関係，第 61 回 H24 砂防学会年講