

衛星観測による標高や降水量を利用した 小水力発電ポテンシャルの推算手法の開発

THE METHOD OF ESTIMATING SMALL HYDROPOWER POTENTIAL USING
ELEVATION AND PRECIPITATION OBSERVED BY SATELLITES

中谷 剛¹・金田真一²・小野田敏²・藤田一郎³

Tsuyoshi NAKATANI, Sinichi KANETA, Satoshi ONODA and Ichiro FUJITA

¹正会員 独法 防災科学技術研究所 (〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1)

² アジア航測株式会社 (〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2)

³正会員 学博 神戸大学大学院工学研究科 (〒657-0013 神戸市灘区六甲台町1-1)

Interest of use of renewable energy has been growing on. In the development of small hydropower energy, it is necessary to know which areas are suitable for. This can be done by using a basic observation data such as elevations and observed flow. However, if the reliability of the observation is low, or lack of basic hydrological observation, in developing countries for example, satellite observation data are applicable.

In this study, the method to estimate the potential energy of small hydro power by utilizing satellite data was reported. SRTM3 as elevation, and GSMaP as precipitation are used. The effect of the errors of satellite data was checked and a calculation of small hydro energy potential was carried out in order to verify adaptability of the method.

Key Words : satellite observation, renewable energy, small hydropower energy

1. はじめに

再生可能エネルギー利用に関心が高まっている。再生可能エネルギーのうち小水力エネルギー開発では、標高データや流量観測データを利用してどの地域が開発に適しているのかを知ることができる。しかし、例えば開発途上国で基本的な水文観測情報等が少なかったり、観測結果の信頼性が低い場合は、衛星観測データなどを利用して開発有望地を決めることが必要になる。本研究では、特に開発途上国などを意識して、衛星データを活用した小水力発電ポテンシャルを推算する手法について検討したので報告する。

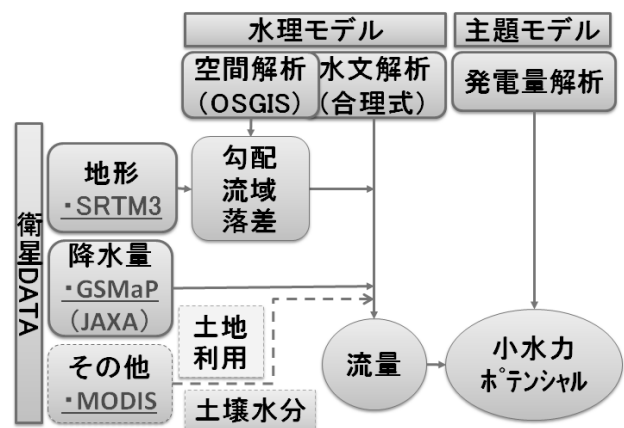


図-1 衛星データを利用した小水力エネルギー算出フロー

2. 衛星データの利用

衛星観測データを利用した小水力エネルギーポテンシャル算出手順の概略を図-1に示す。

1) 衛星によって得られた標高データから、GISを利用した空間分析により河川の抽出と小流域区分を行う。

2) 衛星降水量データから雨量データを作成する。

3) 1)で作成した小流域を対象に、2)の雨量と流出解析モデルにより、小流域末端での流量を算出する。

4) 最後に、3)で算出された流量と流域平均落差から、小流域末端地点の小水力エネルギーポテンシャルを算出する。

表-1 公開されているDEMデータ

	ASTER GDEM	SRTM3*	GTOPO30**
データソース	ASTER	スペースシャトル	世界中のDEM所有機関から入手
作成・配布	METI/NASA	NASA/USGS	USGS
配布開始年	2009年～	2003年～	1996年～
取得期間	2000年～継続中	11日間(2000年)	
ピクセル間隔	30m	90m	1000m
DEM高さ精度 (標準偏差) 回転楕円体	7m～14m WGS84/EGM96	10m WGS84/EGM96	30m
DEMカバー域	北緯83度～南緯83度	北緯60度～南緯60度	全球

*SRTM3: Shuttle Radar Topography Mission Data at 3 Arc-Seconds

**GTOPO30: Global 30 Arc-Second Elevation Data Set

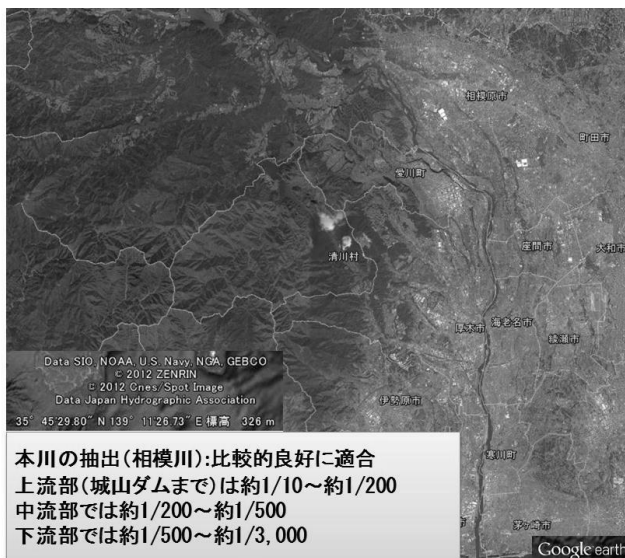


図-2 本川抽出に見る誤差の影響(相模川)

これにより、小流域単位で小水力開発の有望地を選定することができる。

3. 衛星地形データ

公開されている衛星地形データを表-1に整理した。この中では、ASTER_GDEMの標高データの解像度が30mメッシュと詳細で地形解析には有効と思われたが、計測地域間の誤差分布に偏りがあり¹⁾、比較的精度がよく誤差分布も同様¹⁾とされるSRTM3 (90mメッシュ)の地形データを利用することにした。

(1) 標高誤差の影響

衛星標高データには誤差が含まれる。その誤差の影響を、関東地域の河川を衛星地形データから抽出することで確認した。対象としたのは、山間部を流下する富士川、山間部と平野部を流下する相模川、都市を含む平野部を流下する多摩川とした。図-2に相模川の例を示した。

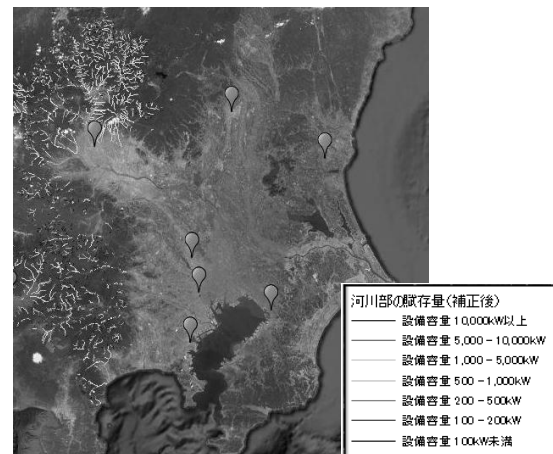


図-3 再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ
(平成22年度、環境省:中小水力(河川)賦存量)

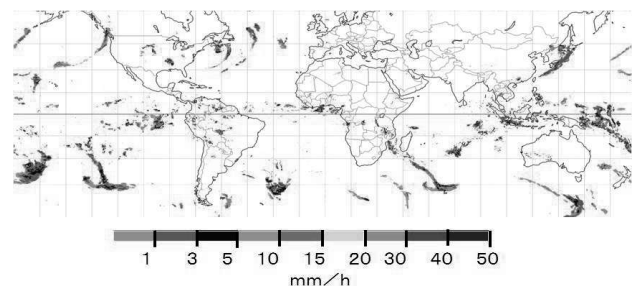


図-4 GSMaPの例

備考:降水量データの著作権はJAXAに帰属する。

衛星標高データからGIS空間解析によって抽出された本川を、衛星写真と重ね合わせて確認するとよく一致する。河川下流部や都市部で、流域平均勾配が1/3000より緩やかになると本川の抽出エラーが見られる傾向にあったが、図-3に示すように一般的に小水力エネルギー開発の有望地は中山間地である²⁾ことを考えると、衛星地形データの利用は十分に可能である。

(2) 衛星降水量 (GSMaP)

a) GSMaP³⁾

GSMaPは、複数の気象観測衛星の大気観測データから、地上雨量を推定して得られるプロダクトのことである。2003年～2006年の期間で、約10kmメッシュでの時間降水量を利用することができる。2007年以降は、JAXA降水観測サイエンスチームにより引き続きアルゴリズム開発が行われ、現在も準リアルタイム(約4～5時間遅れ程度)で情報が提供されている。降水量データには、このGSMaPを利用することにする(図-4)。

b) 地上雨量との比較

GSMaPは、降水を直接観測しているわけではないので、地上雨量との相関を確認した。GSMaPの1メッシュに相当する10kmメッシュ内に複数の地上雨量観測点が含まれる地点を選定し、衛星降水量と地上雨量(ティーセン分割による10kmメッシュ内平均雨量)との比較を行った。

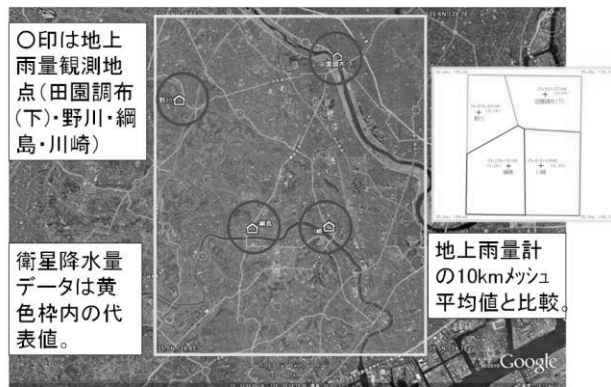


図-5 地上雨量との比較地点(多摩川下流)

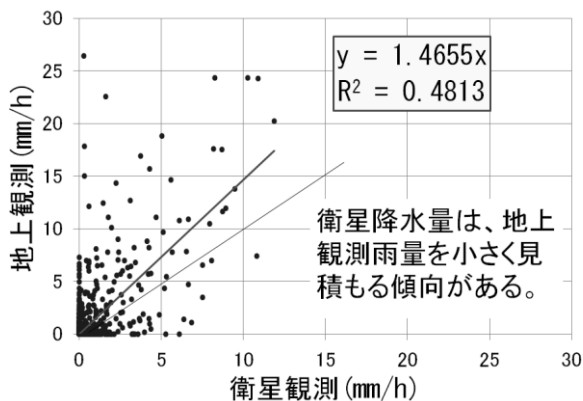


図-6 地上雨量と衛星観測降水量の比較(多摩川下流)

比較した時期は、関東地方にも複数の台風が来襲した2004年（H16年）の7月～10月の4カ月間である。多摩川下流の比較地点を図-5に示した。

図-6に同時刻に観測されて降水量の相関を示した。多摩川の下流の地点では、相関係数は約0.5程度であり、相関は良いとはいえない。この傾向は、多摩川上流（観測地点は青梅、多摩上）でも同様であった（図-7）。洪水予測などに衛星データを利用する場合は、ピーク流量などを正しく算出できない場合があり、利用にあたっては何らかの補正が必要¹⁾になることを示唆している。

ところで、開発有望地を選定する目的では、年間を通して利用可能な流量規模を知ることが重要である。そこで、図-8に降水量の頻度分布（図-5の多摩川下流）を比較した結果を示した。衛星降水量は地上雨量を小さく見積もるが、その分布形状は比較的相似となっている。最小限の観測データや統計的な参考情報があれば補正ができるので、衛星降水量を利用した小水力エネルギーポテンシャルの算出は可能であると考えられる。

4. 小水力エネルギーポテンシャル評価

衛星データを活用した小水力エネルギーポテンシャルについて、関東地域を対象に、2003年の衛星観測降水量

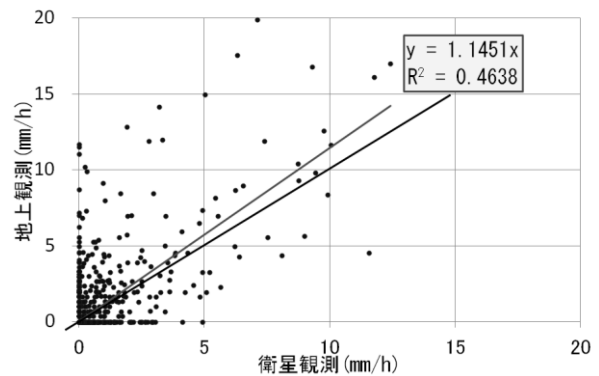


図-7 地上雨量と衛星観測降水量の比較(多摩川上流)

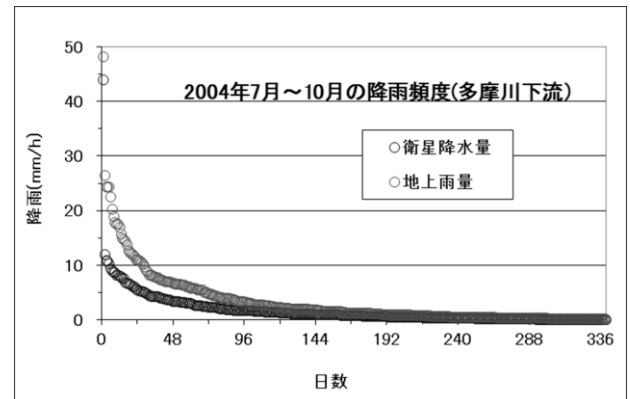


図-8 雨量頻度の比較(多摩川下流)

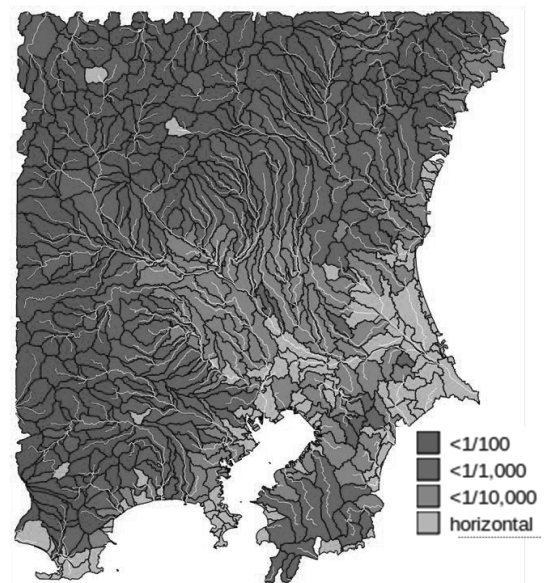


図-9 衛星地形データによる小流域区分と流域勾配

を利用して、年間平均発電量(kwh)を推定した。

(1) 流域区分

SRTM3 (90mメッシュ) を利用し、おおそ流域面積が50km² となるように河川抽出と流域区分を行った。その結果を図-9に示す。図中の白線は抽出された河川で、小流域区分を黒線で示した。抽出された河川の最上流端と最下

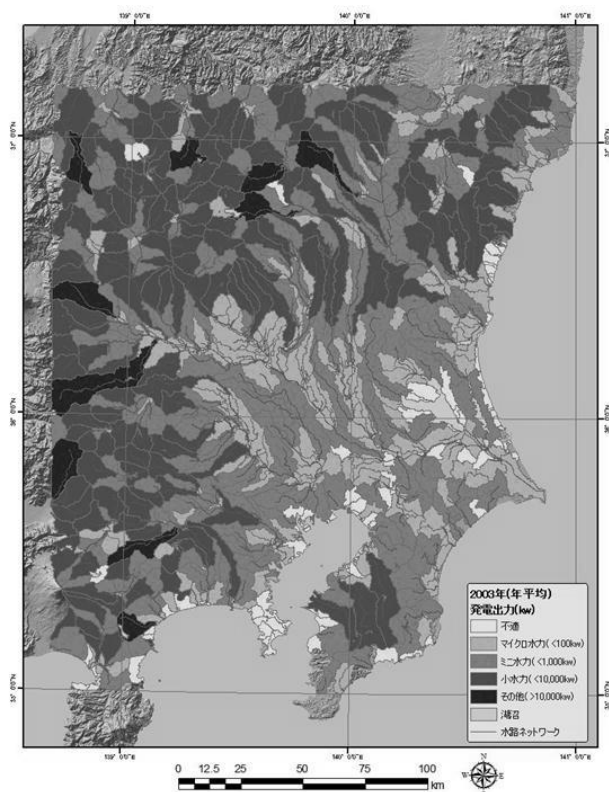


図-10 小水力エネルギーポテンシャルの推定(2003年平均値)

流端の標高差を河川延長で割って、その小流域の平均勾配を求め勾配区分ごとに着色している。なお、結果的に100km²以上の流域が全体の14%程度発生した。

(2) 小水力エネルギーポテンシャル

2003年の衛星降水量を利用し、図-9で求めた小流域を対象に、平均流量を合理式により算出した。その流量と抽出された河川の最上流端と流域末端の標高差をすべて発電に利用できると仮定して、小流域ごとの小水力エネルギーポテンシャル(発電出力Kw)を算出した。2003年の年間平均流量による評価結果を図-10に示した。また、2003年12月(冬季)の月平均流量による評価結果を図-11に示した。

5. おわりに

標高データや流量観測データを利用すれば、どの地域が小水力エネルギー開発に向いているかを知ることができる。また観測データが乏しい場合や信頼性が低い場合でも、公開されている衛星データを活用して小水力エネルギーポテンシャルの推算が可能であることを示した。

今後の課題として、以下の事項が挙げられる。

- ・小水力ポテンシャルの有望地選定を行う目的から、使用した流出解析モデルは扱いやすい合理式を利用した。しかし、中間流出や基底流出を評価できない点は改良の余地が残されている。また、流出係数は一般的に数

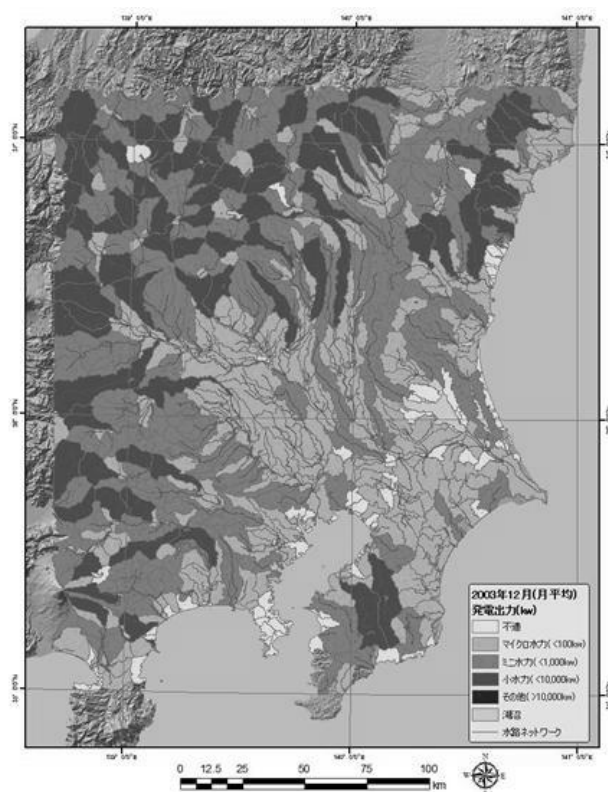


図-11 月別小水力エネルギーポテンシャル(2003年12月)

値を与えたが、公開されている衛星観測による土地被覆データを活用することができる。流出係数の決定にも衛星データの利用を検討したい。

- ・実用的なレベルでエネルギーポテンシャルを算出するためには、年間を通じて発電に利用可能な流量を推定する必要がある。出水時や維持流量を確保できない低水時や渇水時は利用できないので、平均流量ではなく時間流量に基づく推定が必要である。今後は、時間流量を利用した検討を行うとともに、算出された流量と流量観測データとの比較などから、手法の検証を進めたい。
- ・気象庁のCバンドレーダーは1kmメッシュの雨量情報を提供しているので、本報告に示した手法にCバンドレーダー解析雨量を利用することで詳細な検討が可能になる。国内の地域単位での小水力エネルギーポテンシャルの把握にも対応ができるようになると思う。

参考文献

- 1) 水災害リスク評価のための衛星地形データの活用手法の研究 (1) (2), 2008, ICHARM
- 2) 環境省：平成22年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書, 平成23年4月
- 3) http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP_crest/index_j.html
- 4) 人工衛星情報等を活用した洪水予警報のための基盤システム開発に関する研究, 2007, 2008, ICHARM

(2012.4.5受付)