

# 流込み式水力発電の水利用，発電効率と生態系影響の関係

○田代 喬（名古屋大学減災連携研究センター）

## 1. はじめに

流込み式水力発電は最も一般的な水力発電形態であり，流水をそのまま発電に使用することから貯水や滞留による河川生態系への影響は比較的小さい一方で，多くの場合，急峻な山地溪流に建設された取水堰から平時の流量の大半を一時取水して運用される．そのため，堰下流は恒常的な減水区間となり，特に低水期にはしばしば「瀬切れ」や止水域が生じて生態系を変質させる．本報では，流込み式水力発電が多数導入されている水系を対象とし，発電所・取水施設の諸元と減水区間長などを分析することにより，水利用，発電効率と生態系影響の関係を考察する．

## 2. 材料と方法

調査地は木曽川水系とそれに隣接する矢作川・庄内川水系とし，水路・流込み式水力発電を対象とした．木曽川水系は，経産省資源エネルギー庁が調査した包蔵水力で第一位，既開発分でも信濃川水系に次ぐ第二位の出力量を有する．図1には調査地を含む伊勢湾流域圏における主な水力発電施設の分布を示す．

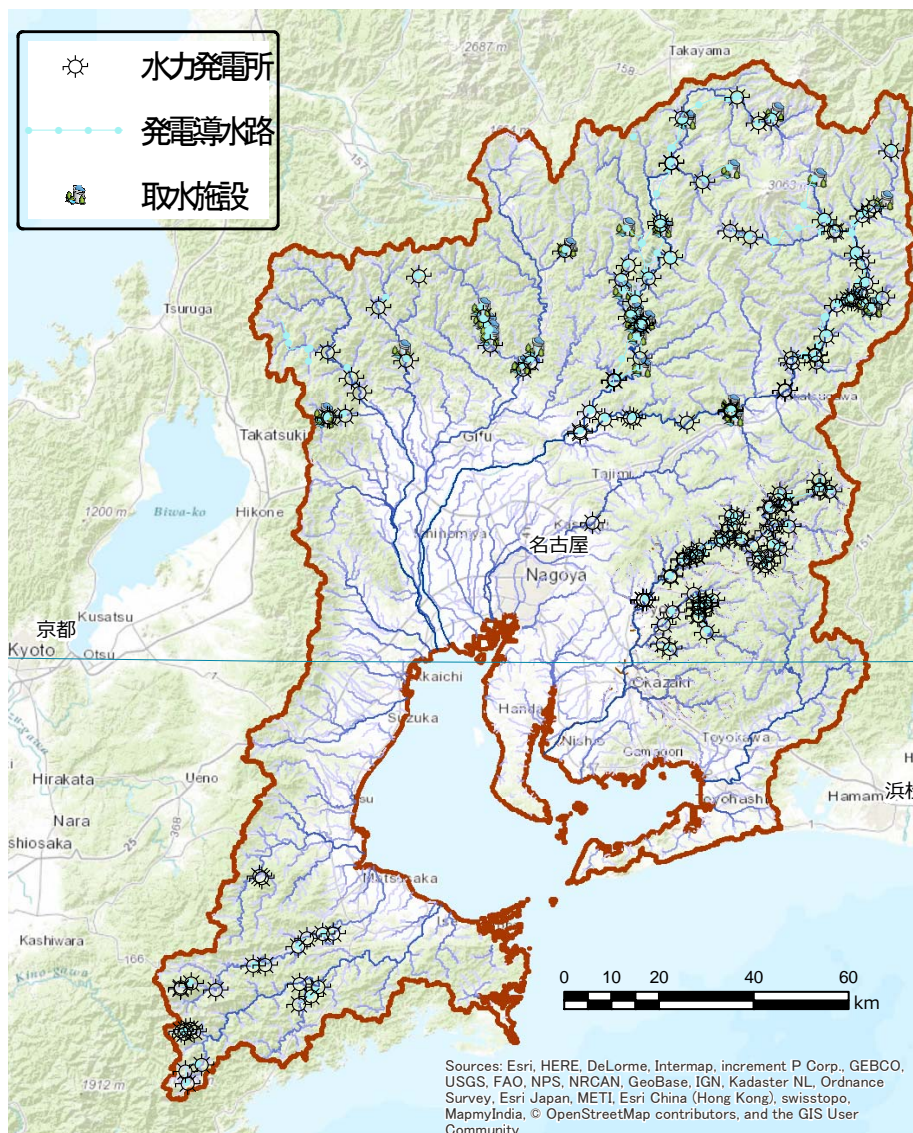


図1 伊勢湾流域圏における主な水力発電施設の位置図

(国交省国土政策局国土情報課による利水現況図を用いて ArcView10.2 (ESRI ジャパン) により作成)

国交省の利水現況図，発電データベースと電力土木技術協会の水力発電データベースを参照し，木曾川・矢作川・庄内川水系に位置する水路・流込み式の水力発電施設（木曾川水系 35 ヶ所，矢作川水系 19 ヶ所，庄内川水系 1 ヶ所の合計 55 ヶ所）について，発電開始年，流域面積，（最大）使用水量，有効落差，最大出力，常時出力，ダム堤高，導水路長などの施設諸元のほか，取水施設数，魚道設置数，減水区間とその解消区間長，発言ガイドラインやシリーズ発電（国交省水管理・国土保全局水政・河川環境課）の該当状況についても抽出し，分析に用いた．ここでシリーズ発電とは，上流発電所の放水口と下流発電所の取水口とが物理的に直結しているものを指す．

### 3. 結果と考察

発電施設の諸元からダム堤高を除いた 6 変量と減水区間長について，ピアソンの相関係数の検定を行ったところ，表 1 に示す関係が得られた．特に相関係数の高かったのは，流域面積と使用水量 (0.911)，使用水量と減水区間 (0.800)，これに次ぐのが，導水路長と常時／最大出力 (0.738/0.720)，減水区間と最大出力／流域面積 (0.717/0.690) の関係であった．図 2, 3 には，水系ごとにプロットした流域面積と使用水量の関係，使用水量と減水区間長の関係を，図 4 には，使用水量を流域面積で除した取水比流量（田代，2017）と最大出力の関係をそれらの線形近似（関数）とともに示す．

流域面積と発電使用水量（取水量）の関係では水系による違いが小さい一方，使用水量や取水比流量によって得られる最大出力や生じる減水区間長については，相対的に木曾川水系で大きく，矢作川水系で小さくなった．これらの関係は水力発電による費用便益を考える一つの材料となり得る可能性が示唆された．

表 1 水力発電施設に関する 7 変量相互間の相関係数

（ただし，太字の数は  $p < 0.05$ ，太字・下線の数は  $p < 0.01$  で有意であることを示す）

	発電開始年	流域面積 (km <sup>2</sup> )	使用水量 (m <sup>3</sup> /s)	有効落差 (m)	最大出力 (kW)	常時出力 (kW)	導水路長 (m)	減水区間 (km)
発電開始年	1	-0.048	0.177	<b>0.526</b>	<b>0.519</b>	<b>0.271</b>	0.240	<b>0.324</b>
流域面積 (km <sup>2</sup> )		1	<b>0.911</b>	<b>-0.312</b>	<b>0.427</b>	0.170	<b>0.348</b>	<b>0.690</b>
使用水量 (m <sup>3</sup> /s)			1	-0.166	<b>0.622</b>	<b>0.299</b>	<b>0.417</b>	<b>0.800</b>
有効落差 (m)				1	<b>0.456</b>	<b>0.276</b>	<b>0.284</b>	0.140
最大出力 (kW)					1	<b>0.646</b>	<b>0.720</b>	<b>0.717</b>
常時出力 (kW)						1	<b>0.738</b>	<b>0.483</b>
導水路長 (m)							1	<b>0.468</b>
減水区間 (km)								1

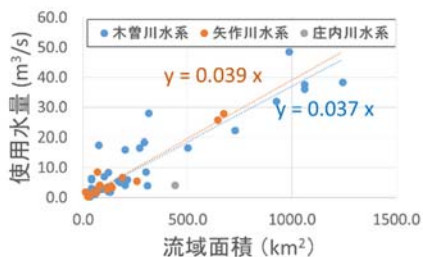


図 2 流域面積と使用水量の関係

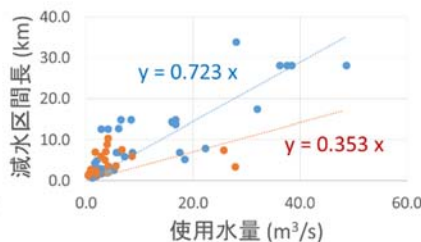


図 3 使用水量と減水区間長の関係

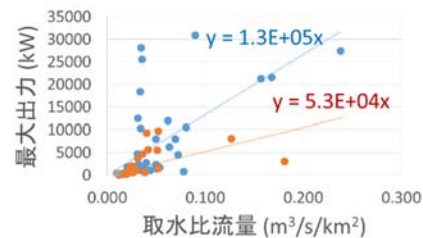


図 4 取水比流量と最大出力の関係

### 参考文献

経済産業省資源エネルギー庁：水系別包蔵水力（上位 30 水系）／国土交通省：発電データベース（1 級河川：平成 22 年 3 月 31 日現在）／国土交通省国土政策局国土情報課：主要水系調査（一級水系）利水現況図 GIS データ／国土交通省水管理・国土保全局水政・河川環境課（2013）：水力発電水利審査マニュアル（案）第二版／田代（2016）：御嶽山麓を流れる木曾川水系王滝川の水環境：自然災害と水資源開発の影響．陸の水 74：5-11／電力土木技術協会：水力発電データベース