

香東川河川流量の推定

香川高等専門学校 学生会員 ○新川雄平
香川高等専門学校 正会員 柳川竜一・高橋直己

1. 背景および目的

海域における DIN 濃度低下に伴う瀬戸内海の貧栄養化が指摘されている。DIN 濃度は、植物プランクトン一次生産による消費、外海からの供給量変化、河川からの供給量変化等の影響を受けると考えられる。石塚ら (2013) ¹⁾によると、瀬戸内海の中央部に位置する備讃瀬戸の貧栄養化問題は、河川水の流入量が強く影響を与えているとの指摘もある。河川から海域への栄養塩供給量を知るためには、河川域での栄養塩の質を測ることに加え適切な流量算定が必要となる。だが、中小河川では流量を測定している事例はまず見当たらず、防災的な観点から水位を計測されている程度である。本研究では、2 級河川に属する香川県高松市西部を流れる香東川を対象に、水位観測資料を活用して流量の推定を行った。

2. 調査および解析手法

香東川は香川県の典型的な中小河川で、洪水時は潮止堰での水位は 1 m を超えることもあるが、通常は 0.5 m を超えることは希で、冬季になると流量はほぼゼロの状態となる (図-1)。図-2 は、対象となる香東川および高松市西部地域の地理情報を示す。

潮止堰での水位測定および香川県が測定している郷東橋での水位データを収集・整理した。香東川河口域には塩水遡上防止を目的とした堰幅 70 cm 程度を有する潮止堰が設置されており、堰上流端部に圧力式水位計 (Rugged TROLL 100, In-situ 社) および周辺地域に大気圧計 (Rugged Baro TROLL) を設置し、気圧変化を考慮した潮止堰での越流水深を測定した。本研究においては、潮止堰を形状の特長から広頂堰とみなし流量推定を行った。越流水深の算出には式-1 を、広頂堰での流量算出には式-2 を用いた。その後、潮止堰での越流水深および流量の関係から水位-流量曲線を作成し、水位から流量を算定できるようにした。

$$h = \{(P_0 - P_1)/\rho g\} - h_0 \quad \text{式-1}$$

$$Q = 1.70CBH^{\frac{3}{2}} \quad \text{式-2}$$

ここで、 h : 越流水深 (m), P_0 : 圧力計計測値 (Pa), P_1 : 大気圧計計測値 (Pa), h_0 : 天端までの高さ (m), Q : 流量 (m³/sec), C : 広頂堰の流量係数 ($C=1.0$), H : 越流水頭 (m), B : 河川幅 (m) とする。

3. 結果および考察

2000～2018 年の 19 年間を対象とした水位と香南 (香東川上流部) アメダスポイントでの雨量の関係とを比較したところ、2004



図-1 香東川潮止堰の様子



図-2 香東川流域圏および河口域拡大図

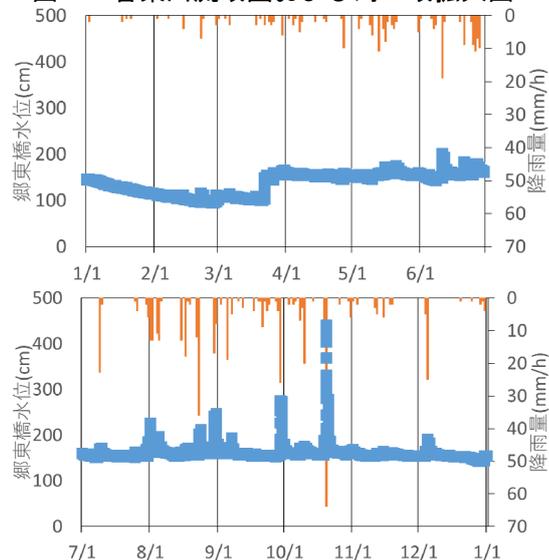


図-3 2004 年の降雨水位変動曲線

年が最も水位変動の程度が大きかった (図-3)。この年は台風 16 号・23 号が記録的豪雨をもたらした。広い地域で避難勧告が出された。この時の降雨量は、最大 65 mm/h に達しており、傘も役に立たない非常に激しい雨であったと考えられる。潮止堰および周辺地域での水準測量結果によると、河床からの堤防高さは 2.5~3 m 程度となっており、台風 23 号においては香東川西部の本津川との間に大規模な浸水災害が発生している。

越流水深と流量の関係性を図-4 に示す。比較・参考のために、マンニング式から得られた流速と流積から算出する手法、全幅堰の流量公式、台形堰の流量公式を併記した。その結果、本手法から得られた推定流量は他手法より大きい傾向があるが、越流水深が低い場合は殆ど同様の値になる事が確認でき、式-3 と見積もられた。

$$Q_s = 140.5H_s^2 + 123.02H_s \quad \text{式-3}$$

ここで、 H_s : 潮止堰での越流水深(m), Q_s : 潮止堰推定流量(m^3/sec)

さらに、郷東橋で測定している水位から流量の推定を試みた。図-5 に示す様に、郷東橋の水位は潮止堰水深に対し 1.51 m 程度の差異が認められた。そこで、式-3 に対し郷東橋水位に補正量を施した式-4 を導出した。

$$Q_g = 140.5(H_g - 1.51)^2 + 123.02(H_g - 1.51) \quad \text{式-4}$$

ここで、 H_g : 郷東橋での観測水位(m), Q_g : 郷東橋推定流量(m^3/sec)

図-6 は、潮止堰と郷東橋両地点で推定された流量の時系列変化である。また、図-7 では、2 地点で水位観測が重複する期間について、推定流量を比較した。香川県の中小河川で特徴的である低流量時 (例えば 10 月以降) は概ね同じ流量を示したが、洪水時 (9 月末に発生した豪雨時) での流量はそれぞれ最大 400 m^3/sec と 550 m^3/sec と乖離が認められた。これは、豪雨時 2 地点での水位に差が見られたからである。郷東橋に設置されている水位センサは、郷東橋の橋脚 (丸み付長方形) に取り付けられている。従って、豪雨時の水位は、橋脚周りに発生する水位上昇の影響を受け流量が過大評価されている可能性があると考えられた。

4. まとめ

本研究では、潮止堰越流水深から流量を算定するとともに、潮止堰近隣で長期にわたり観測されている郷東橋水位を利用して香東川での長期流量推定を実施した。本成果は、これまで未知数であった香東川の流量を把握するだけでなく、陸域からの栄養塩流入量の解明や洪水時河口域での低塩分水塊の分布を把握する為の材料になると期待される。一方、洪水時における高精度の流量推定に向け橋脚部とその周辺での水位の関係を明らかにするとともに、潮止堰での流速および堰上水深の実測から流量の精度評価に努めたい。

5. 謝辞

郷東橋水位の情報は香川県土木部河川砂防課から提供して頂いた。ここに示し、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 石塚正秀, 石川真菜, 宮川昌志, 赤井紀子, 多田邦尚: 香川県における河川水の栄養塩形態と備讃瀬戸・播磨灘への影響, 土木学会論文集 B1(水工学)2013 年 69 巻 4 号 I_1423-I_1428.
- 2) 岡二三生, 白土博通, 細田尚: 土木基礎力学 2, 実教出版, pp.69-73, 2016.

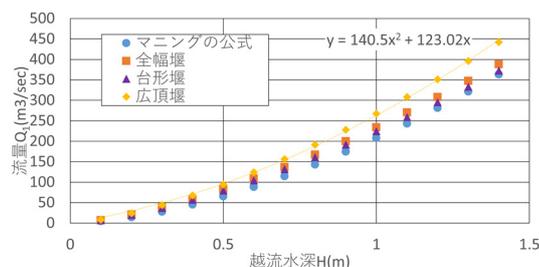


図-4 潮止堰での水位-流量曲線

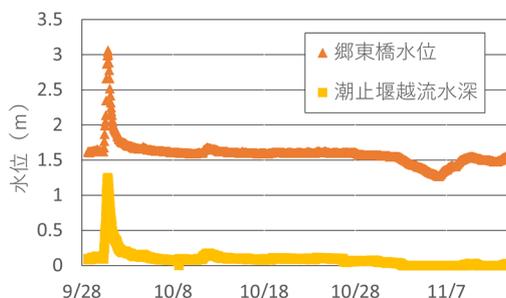


図-5 潮止堰水深と郷東橋水位

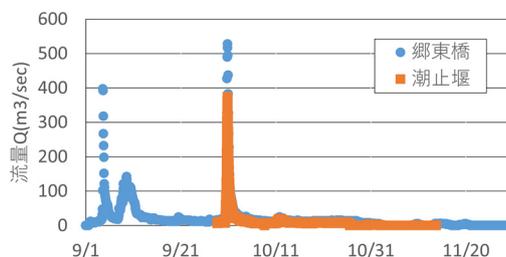


図-6 潮止堰と郷東橋での推定流量

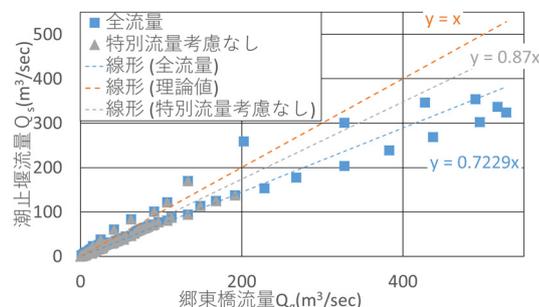


図-7 潮止堰と郷東橋での流量の比較