

谷津干潟の水位変動の解析

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 進藤 良則
野村総合研究所 正会員 伊吹 英子
早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 鈴木 一範
早稲田大学理工学部 フェロー 鮎川 登

1. はじめに

本研究では、ラムサール条約に登録されている千葉県習志野市の谷津干潟の水利環境を解析する手始めとして、谷津干潟の水位変動について解析し、文献1)に記載されている観測値と比較した結果について述べる。

2. 谷津干潟の概要

図1に示すように、谷津干潟は周囲を埋立地で囲まれ、道路によって2つの水域、北部干潟(37.7ha)と南部干潟(4.1ha)に分断されている。北部干潟は谷津川、南部干潟は高瀬川を通じて、それぞれ海とつながれており、潮位変動の影響を受けて水位が変動する。なお、北部干潟と南部干潟は道路を横断する4本のカルバートでつながれている。

谷津川、高瀬川およびカルバートの諸元を表1に示す。

3. 谷津干潟の水位変動の解析法

3.1 支配方程式

北部干潟および南部干潟の水位変動は、干潟の連続方程式により解析される。

$$\text{北部干潟} : F_n \frac{dH_n}{dt} = -Q_Y^n - (Q_1^n + Q_2^n + Q_3^n + Q_4^n) \quad (1)$$

$$\text{南部干潟} : F_s \frac{dH_s}{dt} = -Q_T^s + (Q_1^s + Q_2^s + Q_3^s + Q_4^s) \quad (2)$$

ここで、 F_n および H_n は北部干潟の水面積および水位、 F_s および H_s は南部干潟の水面積および水位を表す。また、 Q は流量を表し、下付添字 Y, T および $1 \sim 4$ はそれぞれ谷津川、高瀬川および各カルバートの流量を表し、上付添字 n は河川およびカルバートの北部干潟側の端断面の流量を表し、上付添字 s は河川およびカルバートの南部干潟側の端断面の流量を表す。なお、流量は河川については干潟から海へ向かう流量を正とし、カルバートについては北部干潟から南部干潟へ向かう流量を正とする。

式(1)および式(2)により干潟の水位を計算するためには、河川およびカルバートの流量を与えることが必要である。河川およびカルバートの流量は、河川およびカルバートの流れを解析することによって求められる。

潮位変動によって生ずる流れは非常流になるので、河川およびカルバートの流量は開水路非常流の連続方程式および運動方程式を用いて計算する。

$$\text{連続方程式} : \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

$$\text{運動方程式} : \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 |Q| Q}{A^2 R^{4/3}} \right) = 0 \quad (4)$$

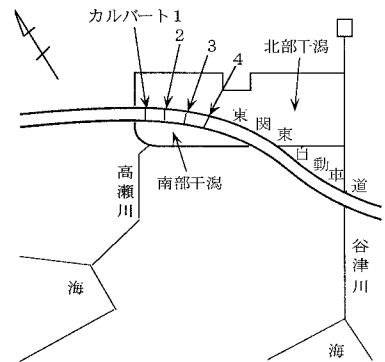


図1 谷津干潟の概略図

表1 河川とカルバートの諸元

	谷津川	高瀬川	カルバート			
			1	2	3	4
長さ(m)	1140	910	110	110	110	110
底幅(m)	7.6	5.8	9.3	5.0	5.0	4.75
側壁勾配	1:0.4	1:0.4	—	—	—	—

キーワード：潮位変動、谷津干潟、数値シミュレーション

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1

ここで、 Q は流量、 A は流水断面積、 H は水位、 R は径深、 n はManningの粗度係数、 g は重力の加速度である。

3.2 支配方程式の数値計算法

式(1)～(4)を用いた、潮位変動による北部干潟と南部干潟の水位変動の計算は次のように行なう。

初期条件として、潮位、北部干潟と南部干潟の水位および河川とカルバートの各計算断面における流量と水位の初期値を与え、境界条件として潮位の時間変化を与える。

まず、 Δt 時間後における北部干潟と南部干潟の水位 H_n^*, H_s^* を仮定し、その仮定値と Δt 時間後における潮位に対して、式(3),(4)から Δt 時間後の $Q_n^*, Q_r^*, Q_l^* \sim Q_4^*, Q_1^* \sim Q_3^*$ を求める。次に、それらを用いて式(1),(2)から Δt 時間後の H_n, H_s を求める。計算値 H_n, H_s が仮定値 H_n^*, H_s^* と等しければ、 Δt 時間後の北部干潟および南部干潟の水位とする。等しくない場合には、 H_n を H_n^* 、 H_s を H_s^* と置き換えて計算し、新たに H_n, H_s を計算する。この計算を計算値 H_n, H_s が仮定値 H_n^*, H_s^* と等しくなるまで繰り返し、 Δt 時間後の北部干潟の水位 H_n および南部干潟の水位 H_s を求める。

同様に、 Δt 時間ごとに、潮位変動による北部干潟と南部干潟の水位変動を求める。

4. 計算結果

計算時間間隔 Δt を60secとし、式(1),(2)をRunge-Kutta法、式(3),(4)を4点陰差分法により数値計算し、潮位変動による北部干潟と南部干潟の水位変動を計算し、観測値¹⁾と比較した結果を図2に示す。また、谷津川の流量 Q_n^* と高瀬川の流量 Q_r^* について計算値と観測値を比較した結果を図3に、カルバートの流量($Q_l^* \sim Q_4^*$ の和)について計算値と観測値を比較した結果を図4に示す。これらの図によると、計算値と観測値はほぼ一致していることがわかる。なお、計算ではManningの粗度係数は谷津川で0.05、高瀬川で0.03、カルバートで0.08とした。

カルバートの影響を調べるために、カルバートの本数を0～4本に変えて北部干潟と南部干潟の水位を計算した結果によると、北部干潟の水位変動はカルバートの存在の影響を殆ど受けないが、南部干潟の水位変動はカルバートがない場合は潮位変動とほぼ一致し、カルバートの本数を増やしていくと、北部干潟の水位変動に近づくことが示された。

5. おわりに

貴重な資料を提供して下さいました関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 公害防止事業団・国際航業(株):習志野地区共同福利施設実施基本調査業務報告書、昭和61年3月。

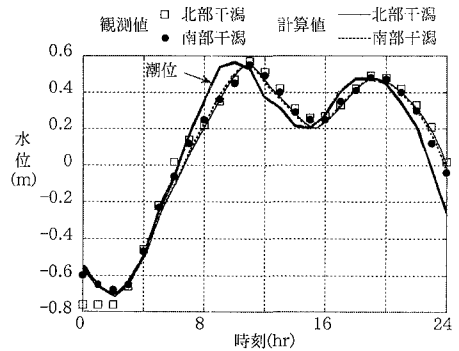


図2 谷津干潟の水位変動の計算値と観測値の比較

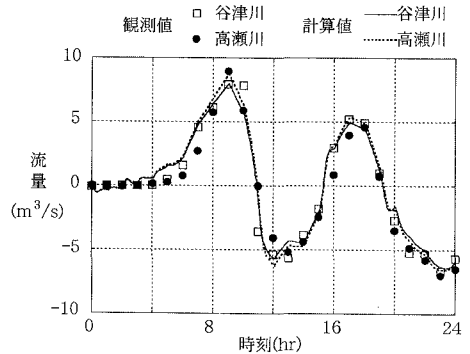


図3 谷津川および高瀬川の流量の時間変化の計算値と観測値の比較

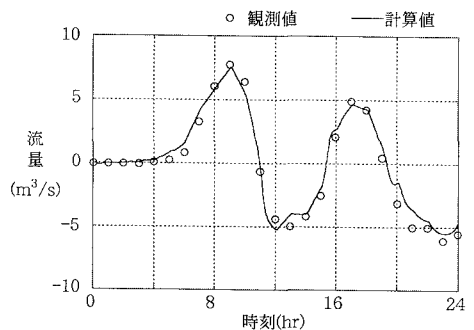


図4 カルバートの流量の時間変化の計算値と観測値の比較