

II-595

隅田川の水位の経年変化と上昇傾向の解析

日大理工学部 川 北 米 良

1. まえがき 近年, 地球温暖化による全球的な海面上昇が起こりつつあることが報告されている。Gornitz et al. (1982)¹⁾によれば, 過去100年間に $10.5 \pm 2.5 \text{ cm/century}$ の率で上昇しているということである。この時期に際して, 本論文は隅田川における1924年から近年までの半世紀以上の水位の経年変化を調べ, 隅田川の水位の上昇傾向の解析を行なったものである。

2. 年最高及び年最低水位の経年変化 隅田川の水位観測値として, 河口の霊岸島と上流端の岩渚水門(下)の2地点の水位観測所の記録を用いる。そして両観測所の年平均水位, 年最高水位, 及び年最低水位の時系列を作ると図1及び図2のようになる。河川に沿う両観測所間の距離は約23 kmである。観測期間は霊岸島が1924~1985年の62年間, 岩渚水門(下)が1924~1989年の66年間である。本論文における水位観測基準面は東京湾平均海面(TP)とする。

図1及び図2を見ると, 年最高水位の時系列は襲来する台風による高潮や降水量の影響を受けて, 大きな振幅で上下に不規則振動し, 周期性を有する。これに比べると年最低水位の変動は小さいが, 岩渚水門(下)においては1962, 1969, 1974年の年最低水位は顕著に低下している。

年最高水位の時系列における既往最高水位は, 霊岸島においては1949年8月31日22時にキティ台風により発生した $TP + 2.0856\text{m} (=AP + 3.22\text{m})$ で, 岩渚水門(下)においては1958年9月26日18時30分に, 狩野川台風により発生した $TP + 3.0656\text{m} (=AP + 4.20\text{m})$ である。年最高水位の時系列における最大変動幅は, 霊岸島で1.09m, 岩渚水門(下)で1.75mで, 岩渚水門(下)の方が霊岸島より大きい。

年最低水位の時系列の最大変動幅は, 霊岸島において0.45m, 岩渚水門(下)において0.94mである。よって最低水位の時系列の最大変動幅は岩渚水門(下)の方が霊岸島より2倍以上大きい。

よって年最高及び年最低の両水位の時系列の最大変動幅は, いずれも上流端の岩渚水門(下)の方が河口の霊岸島よりはるかに大きい。

3. 年平均水位の経年変化 年平均水位の時系列は, 年最高及び年最低水位の時系列と比較すると全般的に変動幅が小さい。霊岸島における1924年から1985年までの62年間の年平均水位の平均値は $TP + 0.077\text{m} (=AP + 1.214\text{m})$, 年平均水位の最高値は1950年の $TP + 0.246\text{m} (=AP + 1.38\text{m})$, 年平均水位の最低値は1932, 1933, 1945, 1977年の $TP - 0.024\text{m} (=AP + 1.11\text{m})$ である。したがって霊岸島の年平均水位の最大変動幅は0.27mである。岩渚水門(下)においては1924年から1989年までの観測期間中1953~1964年は欠測で, この期間を除く54年間の年平均水位の平均値は $TP + 0.177\text{m} (=AP + 1.311\text{m})$, 年平均水位の最高値は1967年の $TP + 0.406\text{m} (=AP + 1.54\text{m})$, 年平均水位の最低値は1978年の $TP - 0.014\text{m} (=AP + 1.12\text{m})$, である。したがって岩渚水門(下)の年平均水位の最大変動幅は0.42mであり, この最大変動幅も岩渚水門(下)の方が霊岸島より大きい。

図1. 霊岸島観測所の水位経年変化(1924~1985)

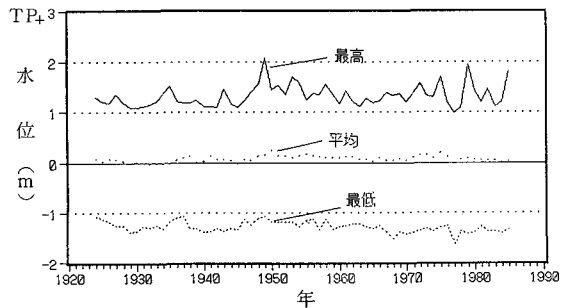
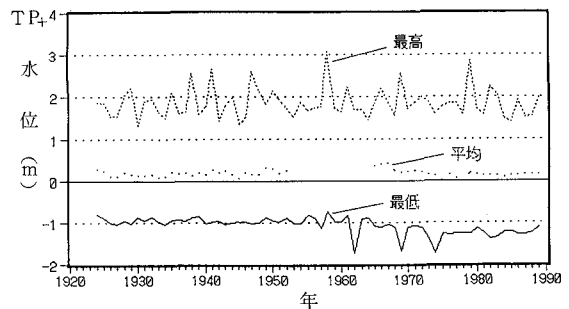


図2. 岩渚水門(下)観測所の水位経年変化(1924~1989)



岩渕水門(下)と霊岸島との間で年平均水位の平均値の水位差は $0.177 - 0.077 = 0.1\text{m}$ である。この水位差 0.1m を用いれば隅田川の平均水面勾配は、岩渕水門(下)と霊岸島の間で $0.1\text{m} / 23\text{km} = 4.35 \times 10^{-6}$ となる。

4. 年平均水位の回帰分析 隅田川の水位が地球温暖化の影響を受けてどのような上昇傾向にあるかは、霊岸島及び岩渕水門(下)の年平均水位の時系列が年数の経過とともにどのような上昇傾向を示しているかを回帰分析で調べることによってわかる。

いま年平均水位の時系列の回帰式を直線回帰と仮定して

$$y_i = a + b(t_i - 1923), \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

ここに a = 定数, b = 回帰係数, t_i = 年次, y_i = t_i 年の年平均水位, n = 観測年数 とおく。(1)式による回帰分析の結果は表1のようである。

表1の中で r は $(t_i - 1923)$ と y_i との相関係数で, $r(\phi, 0.05)$ は自由度 ϕ , 危険率 0.05 のときの相関係数の有意限界である。

5. 年平均水位の上昇傾向の解析 表1を見ると霊岸島の回帰係数は $b = 6.363 \times 10^{-4} \text{m/年} > 0$ である。これは霊岸島の年平均水位が1年間に 0.6363mm の上昇率で、年数の経過とともに上昇してきたことを意味する。そして1924年を基準として61年後の1985年までに霊岸島の年平均水位が 38.8mm 上昇したことを示す。今後もこの上昇率で霊岸島の年平均水位

が上昇するものと仮定して、将来の水位上昇量を予測すると表2のようになる。すなわち1985年を基準として、30年、50年、100年後の霊岸島の水位上昇量は 57.9mm , 70.6mm , 102.4mm と計算される。一方 Gornitz et al. の示した海面上昇率を用いて1924年を基準として61年後の1985年までの海面上昇量を求めると、 65mm 前後の値となる。この値を著者の計算した同期間の霊岸島の水位上昇量 38.8mm と比べると近似した値である。

岩渕水門(下)の水位観測値には水門操作の影響があり、また欠測期間が12年間もあるので参考にとどめる。

6. 回帰係数の有意性 表1に求めた回帰係数 b の値の有意性を検定するために、霊岸島における62年間の年平均水位の時系列を用いて、 $(t_i - 1923)$ と y_i との相関係数 r を計算すると $r = 0.1956$ となる。この場合の自由度は $\phi = 60$ で、危険率を 0.05 にとれば、相関係数の有意限界は $r(60, 0.05) = 0.25$ となる。よって

$$r(60, 0.05) = 0.25 > r = 0.1956 \quad (2)$$

の関係をj得る。したがって統計学的には危険率 0.05 を前提として、表1に示した回帰係数 $b = 6.363 \times 10^{-4} \text{m/年}$ は有意性に欠ける。

しかしながら(2)式の不等号の左右の数値は極端な差とは言えない。そして危険率 0.05 を前提とした結果であることと、Gornitz et al. 及びその他の研究者の発表した結果と表2の計算値とが近似していることを考え合わせれば、上記の平均水位の上昇傾向の解析結果は参考にする価値があると考える。

表1. 年平均水位の回帰分析結果

	霊岸島	岩渕水門(下)
a (m)	1.19431	1.335 (1.341)
b (m/年)	6.363×10^{-4}	-8.575×10^{-4} (-4.243×10^{-4})
r	0.1956	-0.168 (-0.1006)
ϕ	60	52 (64)*
$r(\phi, 0.05)$	0.25	0.27 (0.23)*

*) () 内の数値は欠測期間(1953~1964)の年平均水位を、欠測期間前後5年間(計10年間)の年平均水位の平均値($TP + 0.2656\text{m}$)とみなして補正修正した場合の値である。

表2. 霊岸島の年平均水位上昇量の予測値

年	1985年を 基準とした 経過年数	1924年を基準と した水位上昇量 (mm)
1985	0	38.8
2000	15	48.4
2015	30	57.9
2035	50	70.6
2085	100	102.4

- 1) 周東健三：温暖化により推定される海面上昇量，第14回気候影響・利用研究会，（気象研究所海洋研究部）「気候温暖化に伴う海面上昇とその影響」，1991. 9. 17. 気象庁