

II-23

北北上運河浄化事業における浄化用水導入による水質浄化予測について

東北地方建設局 北上川下流工事事務所 児玉 好史 ○鈴木 浩

1. はじめに 石巻市内を流れる北北上運河は、舟運と新田開発を目的として開削され、明治17年に完成した。しかし、近年周辺地域の宅地化により生活雑排水などが流入し運河の水質汚濁が進行しているため当事務所では水質の良好な旧北上川からの導水による運河の水質浄化事業に着手している。本報告は、適切な導水施設の運用方法を検討するために過年度の浄化実験結果を考慮して水質浄化シミュレーションモデルの作成・検証を行い、2種の導水方法について水質予測を行うものである。

2. 北北上運河の概要 北北上運河は旧北上川側の石井閘門と定川側の釜閘門に区切られた延長約 4.8km、幅約40mの運河である。運河へは、大きく3箇所の農業排水路から生活・農業排水が流入している（図-1）。運河に面する両河川は河口に近く潮汐の影響を受けるため、現在、石井閘門は常時閉じられており釜閘門は定川水位が低下する干潮時のみ開けて運河内の水を排出している。

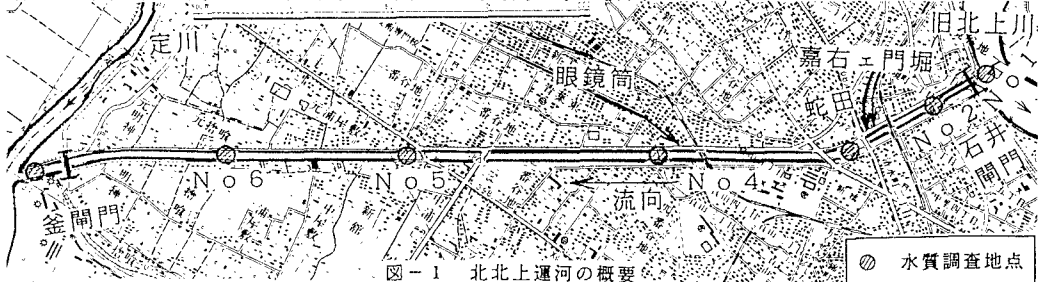


図-1 北北上運河の概要

導水方法は次の2種が考えられる。

- ①交互開放：排水（釜閘門開放）と導水（石井閘門開放）をずらして行う方法。
- ②同時開放：排水（釜閘門開放）と導水（石井閘門開放）を同時に行う方法。

3. 水質予測モデル

1) 予測モデルの構成 浄化効果を検討するための水質予測モデルは次の3つのサブモデルで構成する。

- ①水理モデル：運河内の流況を再現。運動方程式と連続式を基礎式とする一次元不定流モデル。
- ②底質モデル：堆積泥の巻上げを把握。摩擦速度が巻き上げ限界速度より小さい時は沈降作用も再現。
- ③水質モデル：上記サブシステムより水質を求める。BODについては自浄作用もモデル化。

2) モデルの検証 浄化実験データ及び試行計算によりモデル定数を設定し再現検証を行った（図-3、表-1）。これより、定性的な傾向の再現は可能であると、本モデルを用いて予測計算を行った。

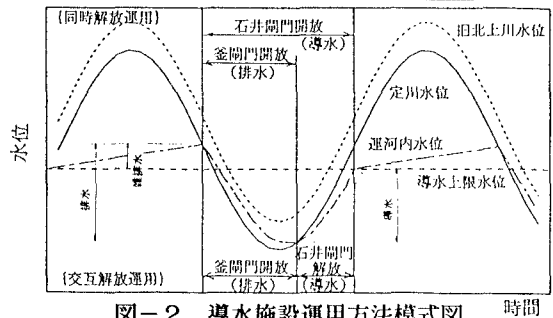


図-2 導水施設運用方法模式図

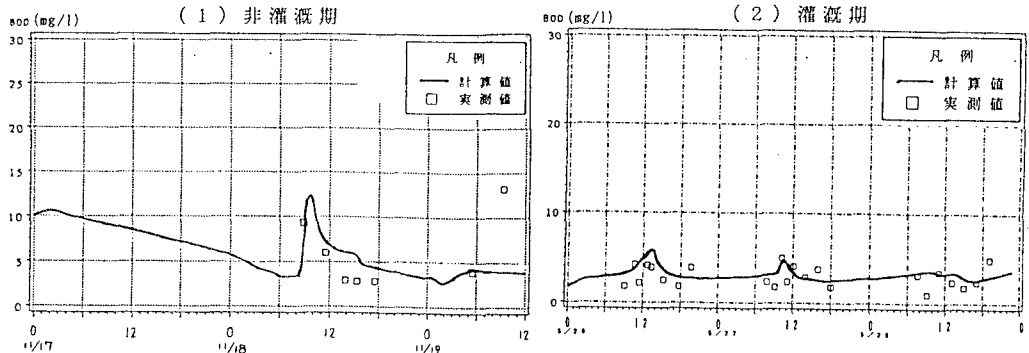


図-3 検証計算結果 (No.3地点、BOD)

4. 予測計算結果 非灌漑期では基本的に同時開放の方が浄化効果が高い(図-4(1))。しかし、期間③のNo.3地点付近についてのみ同時開放の方が浄化効果が低くなっている。これは、No.3地点より農業排水が流入しており、本ケースの交互開放時では農業排水流入直後に導水が行われているため、汚濁水の悪影響が抑えられて平均水質がよくなっているためであると考えられる。また灌漑期ではNo.4地点までは同時開放の方が浄化効果が高く、それより下流側では逆の結果となった(図-4(2))。これは、同時開放では摩擦速度が巻き上げ限界速度を上回ることが多くなるため、堆積泥の巻き上げ機会も多くなり、導水による浄化効果がヘドロの巻き上げにより相殺されて、水質改善効果が低くなっているためと考えられる。

表-1 モデル定数一覧表

	係数名	内 容	採用値とその採用理由	
			灌 漑 期	非灌漑期
水 理 係 数	収縮係数 C	広域部から狭部に流入する際に損失するエネルギーを考慮する係数 急北上川からの流入水量を算出する時に使用	0.4 実測結果との整合性により、試行錯誤的に決定	0.3 同左
	摩擦係数 n	急瀬・急流現象時における消失エネルギーを考慮する係数 急北上川からの流入水量を算出する時に使用	0.5 実測結果との整合性により、試行錯誤的に決定	0.3 同左
モ デ ル 定 数	拡散係数 D (m ² /s)	運河内に存在する物質が拡散する程度を表す係数	15.0 線による室内実験式 ⁽¹⁾ を用いて算出	1.0 灌漑期と比較して、運河内流量が小さいこと、また試行錯誤によって算出
	脱酸素係数 K1 (1/日)	運河の水質の自浄能力を表現する係数 BODを計算する際に用いる	0.23 文献値 ⁽²⁾ により設定	
	巻き上げ限界摩擦速度 U ₀ (m/s)	運河内に堆積するヘドロが巻き上げりを始める境界値となる摩擦速度の値	0.015 摩擦速度と負荷量変化の観測値より設定	
	巻き上げ速度 U (kg/m ² S)	摩擦速度が巻き上げ限界摩擦速度を上回った時に、川底から巻き上げるヘドロの量を表す SS及びFeの計算時に使用	文献値 ⁽³⁾ を参考に設定。ただし運河内の堆積泥の量は一定していない。地点によりその値は変化させた。	
	沈降速度 W (m/s)	巻き上げが生じない期間には沈降が起こるものとし、その沈降量を表すために用いる SS及びFeの計算時に使用	SS: 1.90×10^{-5} Fe: 1.19×10^{-5} 実測結果をもとに設定	SS: 0.87×10^{-5} Fe: 0.21×10^{-5} 実測結果をもとに設定
	BOD 巻き上げ係数	SSの巻き上げ量によってBODの増加量を算出する係数	5/60 (=0.083) BODとSSの実験結果より	

- (1)神史朗：河川における物質混合とその解析、水工学シリーズ92-A-4
 (2)合田健：水質工学基礎編
 (3)名古屋市土木局：堀川水環境改善プログラム策定調査・報告書 平成3年
 (4)野正、楠田、二渡：六角川水系感測部における懸濁物質の輸送現象のシミュレーション、土木学会第42回講演 昭46(2)年9月

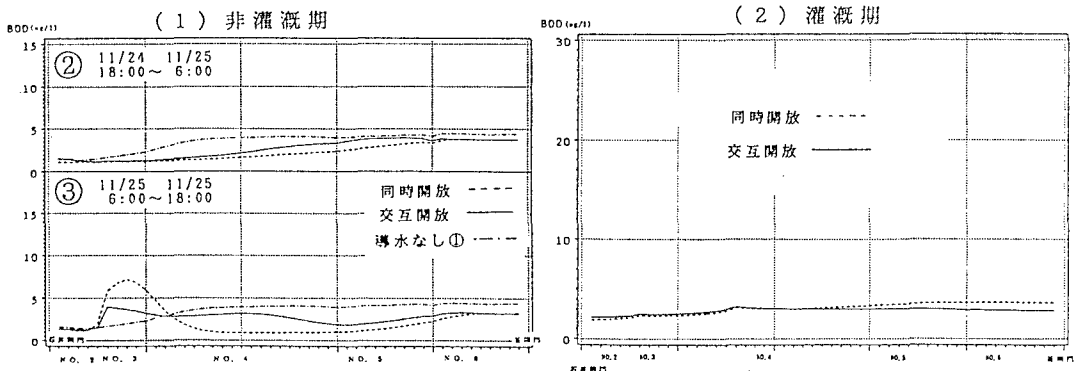


図-4 導水方法の違いによる平均水質の縦断変化

5. まとめと今後の課題

- ①非灌漑期は農業排水の流入量が少ないため一度の石井開門開放による導水量が多く、開放時間の長い同時開放の方が浄化効果が高い。
- ②灌漑期は、農業排水の流入量が多いため導水量が少なくなり、希釈による浄化効果は低くなる。導水方法としては、同時開放の方が導水量は多いものの農業排水が多いので、堆積泥の巻き上げが生じ、下流側で交互開放の方が比較的浄化効果が高い。
- ③農業排水が間欠的に運河内に流入する場合、排水路から運河内への流入時刻と調整しつつ導水する方法についても検討する必要がある。
- ④モデルの課題としては、農業排水の流入水量・水質及び浮泥の巻き上げ、沈降現象について実態を把握し、モデルに反映することにより、再現性を向上させることである。