

日本橋川の空間再生と水環境改善

A Study on River Space Restoration and improvement of water quality in
NIHONBASHI RIVER

伊藤一正¹・末松央行²・木村美瑛子²・小林恭介²・吉川勝秀³

¹正会員 博士(工学) (株)建設技術研究所 (〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1)

²学生員 日本大学理工学部社会交通工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

³正会員 工博 日本大学理工学部社会交通工学科 教授 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

Nihonbashi River takes more time to discharge water pollution because it runs low-lying areas and is easy to affect tidal flow from downstream. After rainfall, the water environment of the river has become worse. Even though the river is located in the important metropolitan area in Tokyo, it does not have any connection with people's lives. We took Nihonbashi River as an example to consider methods for river restoration of improving water quality and river environment in densely inhabited urban areas. Especially, the major issue of river restoration is how smoothly and quickly discharges water pollution which flows into with river flow. The conclusion of this project is the effectiveness of improvement of water environment to construct of rock gates in Nihonbashi River and Kanda River to control inflows from upstream and tidal flows from downstream.

Key Words : Nihonbashi River, Water Quality, River Walk, River Space, Lock Gate, Restoration

1. はじめに

かつて、日本橋川は江戸文化の中心地域を流下し、江戸にぎわいを代表した歴史と文化の河川であった。しかしながら今日では周辺建築群の狭小な空間に位置した密集市街地における数多くの合流式下水道の排水河川となっている。さらに、日本橋川は低平地を貫流する地形的特性を有する河川であるために、流下速度は小さく、また潮汐の影響も大きく、一度混入した汚濁水は滞留する特性を有している。このため、特に降雨発生後などには劣悪な水環境が継続し、都市部の重要な地点に位置する河川にもかかわらず市民生活と乖離した河川となっている。

このような背景のもと本研究では、日本橋川を例に密集市街地における都市河川の水質改善と河川空間の整備をととした再生方法を考察したものである。

特に、出水とともに混入した汚濁水を、いかに速やかに河道内から移流させるかは河川空間再生の大きな課題である。ここでは、日本橋川・神田川に水閘門を設置し、上流からの流水、下流からの潮汐による逆流水を的確に制御することにより、水環境改善効果が得られることをシミュレーションをととして考察し、具体性を示したものである。

2. 神田川・日本橋川の現状と課題

対象とする神田川は東京都新宿区・豊島区・千代田区・中央区等を流下し、日本橋川はその右支川であり、さらに洪水時には外濠からの排水が神田川に合流する河川網の構成である。(図-1参照)

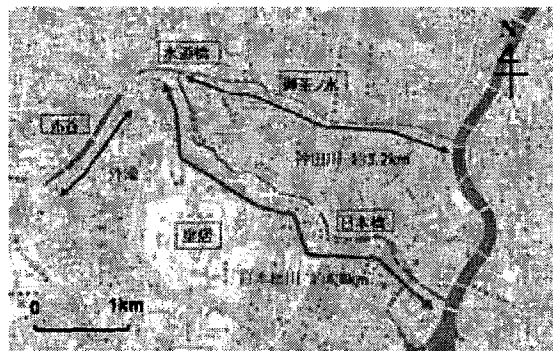


図-1 日本橋川位置図

各河川の概況、水質現況及び河川空間の歴史的背景は以下のとおりである。

(1) 神田川の概況

神田川は東京都武蔵野市、井の頭公園内の湧き水を水源とする河川延長約25.5kmの河川である。流域は武蔵野市、杉並区、中野区、新宿区、豊島区、文京区、千代田区、中央区にわたる。本研究では、下流低平地部と連続する高田橋から下流、水道橋で日本橋川と分岐する箇所及び両国橋脇で隅田川に流れ込む箇所までの区間を対象とする。

(2) 日本橋川の概況

日本橋川は水道橋上流の小石川橋で神田川から分岐し、飯田橋・大手町・日本橋と東京の中心を流れ、永代橋近くで隅田川に注ぐ、河川延長約4.8kmの河川である。流域は千代田区、中央区の二つの区にわたる。

(3) 外濠の概況

外濠は江戸城城郭の外濠が残ったもので、現在は皇居を囲むように赤坂見附から四谷、市谷を通り、飯田橋までJR総武線に沿うように存在し、飯田橋駅付近の水路から神田川に注いでいる。

外濠は地下からの湧水とわずかな雨水が滞留しているため富栄養化の進行に伴う大量の藻類の発生などが見られる。さらに出水時にはこれらの汚濁水を飯田橋付近で神田川に排水することから、神田川における藻類漂着の原因ともなっている。

(4) 水質現況

日本橋川の水質は神田川、外濠の水質及び日本橋に流入する合流式下水道からの排水により構成されている。

a) 神田川の水質

神田川上流部は落合及び中野の水再生センターからの放流水が流入するため、水量が豊富である。これらの水質はBOD環境基準C類型(5mg/l)を満たしているが、外濠の汚濁水流入によると思われるスカムや悪臭が発生し、神田川水質課題の特徴をなしている。特に、スカムは飯田橋付近で多発が見られる。さらに、雨天時には合流式下水道からの高濃度の汚水が未処理で流入し、排水先隅田川の潮位変動による逆流現象と連衡し、降雨終了後の水質回復までに数日間を要する状況となる。そして、日本橋川との分岐点では、これら汚濁水の一部が日本橋川に流れ込む。

神田川の水質の現況をまとめると以下のようなものである。

- ・BODは化学的な環境基準を満たしている。(図-2)
- ・洪水後の濁水流入が排水先潮位との連衡とも関係し回復に長時間を要し、低劣な環境が継続する。
- ・外濠と水路でつながっていることから外濠で発生したアオコが神田川に流入し、日本橋川にも影響を与えている。
- ・日本橋川と同じく、下流感潮域で滞留しているため、水質が清冽でない。

b) 日本橋川の水質

日本橋川の水質もBODの環境基準C類型(5mg/l)は満たしている(図-2)が、窒素やリン濃度が高く、植物性プランクトンや藻などが育ちやすい環境となっている。

外濠は貯水がほとんど入れ替わらず、夏場は十分な日光により暖められ、植物性プランクトンが爆発的に増殖・発生しアオコとして神田川・日本橋川に流入する。さらに、河川勾配が緩いため流速が小さく、流入した汚水が流出しにくい構造となっている。また、雨天時には合流式下水道から雨水とともに未処理の汚濁水が流入している。日本橋川の水質の現況は以下のとおりである。

- ・BODは環境基準を満たしているが、植物性プランクトンが成長しやすく、アオコやスカムなどの流入とともに、日本橋川に汚れた水のイメージを与えている。
- ・汚濁物質の流入源は、神田川上流・外濠・合流式下水道からの雨天時汚水である。
- ・河川勾配が緩いことから流速が小さく、下流感潮域で滞留するため水質が清冽でない。

c) 外濠の水質

外濠は地下からのわずかな湧水と雨水の流入が水源であり、水が入れ替わらず滞留している。そのため、夏場にはアオコの発生が著しく、異臭も発生する。外濠の汚濁水が神田川・日本橋川に流れ込むことで、アオコなど水質の問題の一部を構成している。

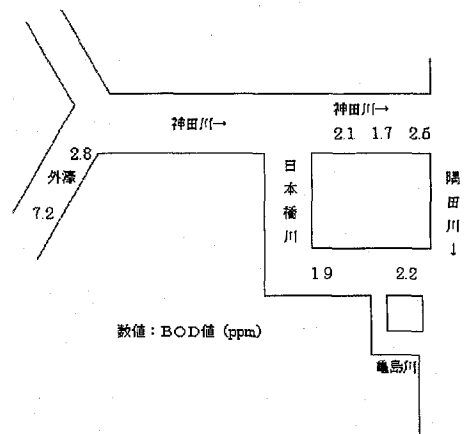


図-2 日本橋川の水質現況

3. 日本橋川河川空間の歴史的変遷と現況

(1) 日本橋川空間の歴史的変遷

図-3は明治期の東京の河岸の存在を示した資料である。当時の物流は舟運が主な手段で、川が物流の道であった。そのため川沿いには多くの河岸が存在した。数多く存在した河岸の存在から、当時の人々にとって川沿いの空間は物が行き交う賑わいの場・生活の場であったと推察でき、もともと東京では、水際の空間が身近で

あったと考えられる。

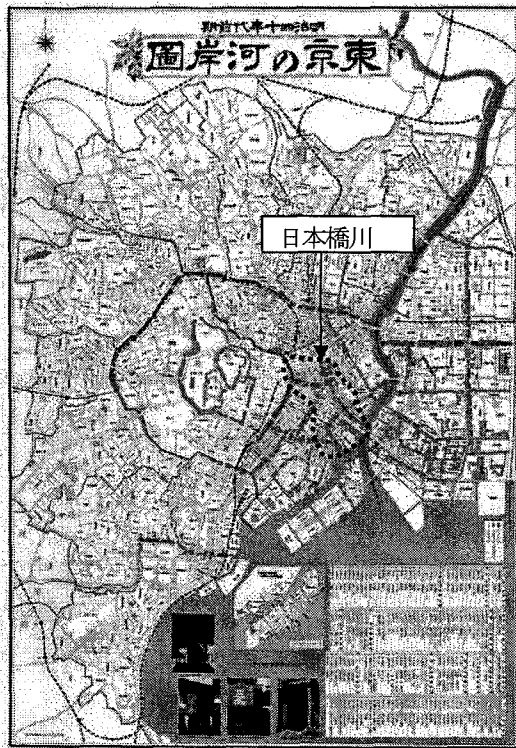


図-3 明治期における東京の河岸図

写真-1は昭和22年の日本橋川の状況を示した航空写真である。首都高速道路が建設される以前の時代のため、日本橋川は高架橋で覆われておらず、東京駅の目の前にも川がある状況が確認できる。今の千代田区や中央区の場所には、もともと堀や川が多く存在していて、昭和20年代までは高架橋で覆われたり、埋められていないことがこの写真から分かる。



写真-1 東京駅付近の航空写真 (昭和22年)

写真-2は昭和61年の日本橋川の状況を示した航空写真である。首都高速道路高架が完成しているため、上空からの写真では川の姿が確認できない。また、日本橋川周辺はビルなど建物が密集している様子も見とれる。このようにして、日本橋川は沿川の空間を喪失した。

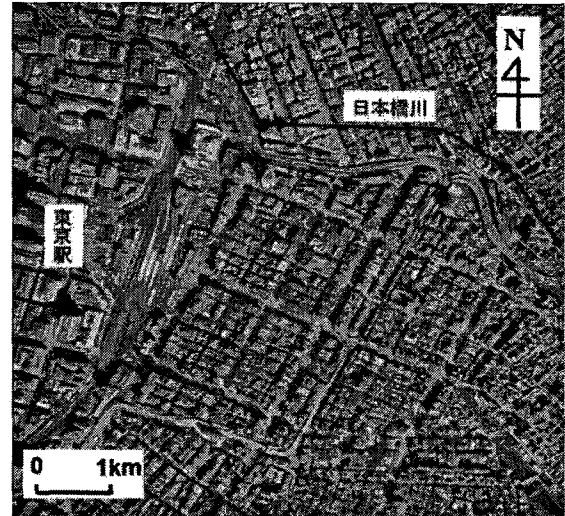


写真-2 東京駅付近の航空写真 (昭和61年)

日本橋川とその沿川空間の歴史的変遷をまとめると以下のようである。

- ・ 明治期は、舟運が物流の足であり、日本橋川には数多くの河岸が存在していた。
- ・ 昭和39年のオリンピックに向けての社会基盤整備により、日本橋川は首都高速道路に覆われた。
- ・ その後も急速な社会基盤が続き、日本橋川は川沿い空間を喪失した。

(2) 河川空間の現況

図-4は日本橋川沿いの空間を現地で確認した結果を記した沿川空間の現況地図である。

- ・ 上流の飯田橋アイガーデンエアなど一部の区間では川沿いに良好な歩行空間確保できている (写真-3)。
- ・ 全体としては、川沿いに歩行空間が非常に少ない (約70%)。
- ・ 川沿いの空間がビルなど建物や駐車場で占められ、川に近づけない区間が多い (写真-4)。
- ・ 防災船着場以外、水際まで下りる施設や場所の整備はされていない。しかし防災船着場は普段は施錠されており、一般開放はされていない。 (写真-6)

(3) 日本橋川が抱える問題点

日本橋川的主要問題点は、「水質の汚濁」と「川沿いの移動空間、親水空間の欠如」である。

水質汚濁の主な仕組みは、水が循環しない外濠で水が淀み、汚濁した水が神田川、日本橋川へ流入することである。その際に、川の地形条件に従い、外濠の流入水は神田川の水に押され、日本橋川に多く流入する。また、降雨時には、合流式下水道から未処理の水が流入し、水質汚濁原因のひとつである。そして感潮河川であるため、東京湾の上げ潮時には水が下流の隅田川から



図-4 日本橋川沿いの空間現況図



写真-3 空間状況① (水際の建物と首都高高架)
(飯田橋アイガーデンエア)



写真-4 空間状況②



写真-5 空間状況③
(コンクリート護岸)

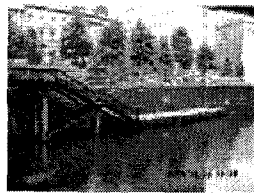


写真-6 空間状況④
(防災船着場)

逆流すること、河川勾配が緩いため流速が微少となり、ひとたび汚濁すると滞留し回復に長時間を要する。

日本橋川は東京の中心に位置するために、空間はビルなどの建物や駐車場が多くを占め、水辺での連続した歩行や水辺へのアクセスが困難な状況となっている。

以上のことをまとめると日本橋川が抱える問題点は以下のとおりである。

<水質>

- ・ 神田川上流からの水・外濠からの水・合流式下水道からの雨天時汚水の流入が起きている。
- ・ 下流感潮域で滞留が起きている。

<沿川空間>

- ・ 川沿いに歩行空間が少ない。
- ・ 川沿いに建物が多く川に近づけない場所が多い。

4. 河川空間利用のためのリバーウォーク

(1) 河川空間の現状

日本橋川下流端の堤防高は、高潮の計画潮位 $Ap\ 5.1m$ とし、天端高はさらに $0.4m$ の余裕高を加えた $Ap\ 5.5m$ に設定されている。高潮を制御できれば、天端高は洪水の高さから決まる。すなわち、現在の堤防の天端高から高潮波高相当分を除いて、最高で約 $2.9m$ 低くすることが可能になると考えられる(表-1)。これによって、水辺と連続した都市整備が可能になると考えられる。ただし、この場合には高潮と重なる洪水の排水ポンプの設置が必要である。

表-1 日本橋川堤防高及び計画水位

1) 日本橋川護岸天端高	$Ap\ 5.5m$
2) 計画高水位	$Ap\ 5.1m$
3) 高潮波高相当高	$2.9m$
4) 高潮高さ控除後 1) -3)	$Ap\ 2.6m$
5) 現況河床高 (平均)	$Ap\ 2.5\sim 2.0$
6) 周辺地盤高 (平均)	$Ap\ 4.0\sim 5.0$
7) 東京湾潮位変化 (霊岸島H16-18)	$Ap\ 0.33\sim 2.67$
8) 東京湾平均潮位 (霊岸島H16-18)	$Ap\ 1.15\sim 1.23$

(2) 現地地形に基づく空間提案

日本橋川の川幅は上流部で約 $30m$ 、下流部で約 $60m$ である。また、現河道断面では河床高が $Ap\ 2.5\sim 2.0m$ 、地盤高が $Ap\ 4.0\sim 5.0m$ であり、幅 $30\sim 60m$ 、高さ $6.5\sim 7.0m$ 、延長 $4.8km$ の貴重な都市域の空間が存在する。

東京の年間平均降雨日数はおよそ80日であり、この日数を除いた年間の285日は平均水位約 $Ap\ 1.2m$ 、最大水位で $Ap\ 2.67m$ 、最低水位 $Ap\ 0.33m$ の空間が得られる。特に高潮高控除後水位 $Ap\ 2.6m$ (表-1の4)及び霊岸島過去3カ年最大水位 $Ap\ 2.67m$ を元に $Ap\ 2.5\sim Ap\ 3.0m$ の高さに河川内の移動空間(リバーウォーク)の歩道整備が考えられる。この移動空間は、無降雨日(約285日/年間)には浸水しない、空間の確保ができ、都心の貴重な歩行空間の確保が可能となる。さらに、隅田川合流部に水閘門を設けて隅田川水位変化に対応し、日本橋リバーウォーク側の水位を一定の高さに制御すれば、川沿いの歩行空間だけではなく、親水性空間の確保にもなり、水辺と連続した都市整備が可能になると考えられる。合わせて、洪水後など隅田川水位低下時に水閘門の開操作を行うことにより、日本橋川から隅田川に向けた人工的な高速流を確保でき、日本橋川の汚濁を速やかに排水することが可能となる。

3. (2)の図-4に示したように、日本橋川は東京の中心を流れることから、川沿いの空間の多くがビルなどの建物や駐車場として利用され、川沿いに歩行空間が非常に少ない。この問題点の改善策として、この水位一定制御による河川内の移動空間(リバーウォーク)の整備

は効果の高いものである。

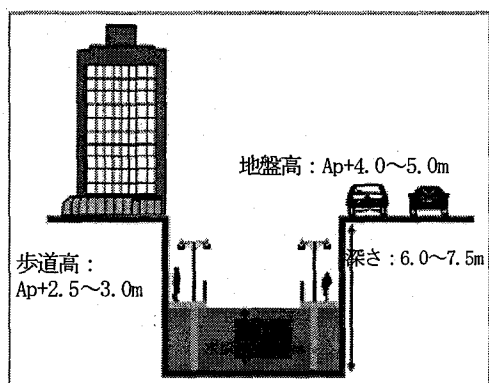


図-5 リバーウォークイメージ

(3) 水位制御のための構造物

年間285日の無浸水なリバーウォークに加え、神田川の隅田川合流部と日本橋川の隅田川合流部の2地点に水閘門を設け操作を加えれば、隅田川水位低下時の日本橋川一定水位確保が望めると共に、洪水後の汚濁水排水を水閘門操作により行うことも可能となる。

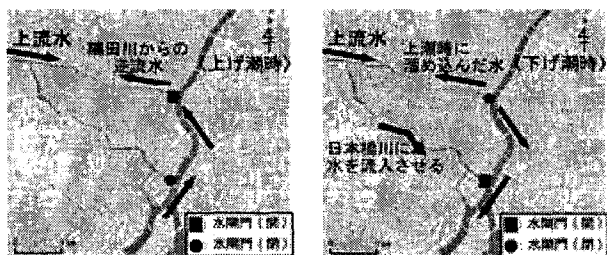


図-6 水閘門と水流の概念

1) 満潮時の貯留

神田川下流端の水閘門を開操作、日本橋川下流端の水閘門を閉鎖することにより、隅田川の逆流水は神田川、日本橋川に流入し、満潮位近傍の水位で貯留することが可能である。

2) 干潮時の排水

神田川下流端の水閘門は閉鎖のまま、日本橋川下流端の水閘門を開操作することにより、隅田川水位 (Ap-0.33~0.0m等) に向かって満潮位水位 (Ap+2.0~2.67m) から2~3mの高度差で排水が行われ、汚濁の排出などに適用可能になる。

3) リバーウォークのための水位一定操作

日本橋川の一定水位操作の場合は、神田川と日本橋川の分水地点と日本橋川下流端の両側に水閘門設置を仮定し、隅田川からの逆流水を貯留し一定水位を確保すると共に、中小出水時には分水地点水閘門を閉鎖したままとし、神田川からの汚濁流入を防止し、リバーウォーク内の水質確保も行い、洪水後に日本橋川に直接排水される合流幹線からの汚濁を、2)の操作により排出する。

5. 水閘門施設制御による水質改善

(1) 水閘門操作による水理特性

近年の洪水で東京都より観測雨量、水位などのデータを提供して頂いた平成17年9月4日~11日の洪水を含む7日間を対象に、日本橋川、神田川における水理挙動をMIKE11で把握した。

平成17年9月4日洪水は主に神田川水系の下流部を中心に強雨が発生し、中央観測所 (大手町) で総雨量96mmを記録した中規模の降雨である。

Time-Area法 (合理式を基礎とした流出計算) による神田川及び残流域の流出量を求め、隅田川水位を日本橋川合流点近傍の霊岸島水位観測所記録とし、逆流量、水位変化などの水理特性を不定流計算により分析した。このとき、水門を神田川下流端、日本橋川下流端に設け、隅田川の水位変動に応じて、隅田川水位上昇時は逆流のみ可能とした貯留、貯留後に隅田川水位低下にあわせた放流操作等を実施する。水理的特性分析から以下が得られた。

1) 隅田川水位変化2.0mに対し、日本橋川分派点での水位変化は0.5mに減衰される。

これは、日本橋川河口で2.0mの水位変化があっても分水点は4.8km遠方にあり、最大の水面勾配は1/9,600しか得られず、十分な量の逆流水を導水できない。また水位低下時にも同様現象が生じ、最大で1/9,600勾配での排出となるため、汚濁の排出が十分に進まない。

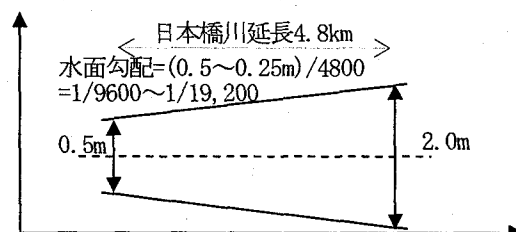


図-7 水理特性概念図

2) 水閘門による逆流水の貯留と水位低下による排出効果

逆流水貯留のためには、隅田川水位の上昇下降に合わせた水門操作が不可欠となる。つまり、上昇時は逆流を許し、下降時は閉鎖操作を行い、流出を停止する操作となる。このような操作の繰り返しにより、日本橋川の水位を満潮位程度まで保つことが可能となる。

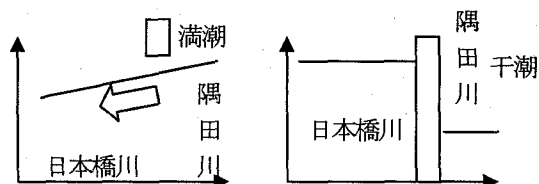


図-8 水閘門操作概念

(2) 水質改善効果

水理特性から判断されるように、河口部での水理挙動は河道内の汚濁を滞留させる効果を発揮する。従って、洪水により流入された濁水は長期間河道に滞留することとなる。平成17年9月4日の洪水では、洪水が3日間で完了したにもかかわらずシミュレーションでは流入した濁水が消滅するまでに7日間を要する。

この濁水の早期解消には汚濁を含む貯留（図-8右）の状態で、排水先河川の隅田川水位が干潮になり最大の水位差時点でゲートを開放することにより排水される。

しかし、河口部のみに水門を設けることは、濁水の排水を遅延させることにしかならず、9月4日出水の場合でも水門の無い場合で4日間での排水となるが、水門制御を加えた場合でも4日+14時間を要することとなる。

このような現象を回避するためには、上流（神田川）からの汚濁流入を制御する方法があり、分水地点での水閘門制御により洪水流入の回避がある。

上流側水門をAp+2.5m以上で制御することにより、神田川からの洪水流入を回避することが可能となり、その間の日本橋川流域からの排水量のみを排水することとなり、対象濁質は流域面積規模からも想定されるとおり1/5以下となり、短時間での排水が可能となる。

2004年～2005年の降雨に対してシミュレーションを行った結果、日本橋川分水地点でAp+2.5mを超過する降雨イベントは、年間80回を数える降雨回数内、中央観測所の総雨量が約30mmを超過する場合（15回、約20%）であった。従って、365日のうち、20日程度となり、年間の10%以下の越流日数となる。また操作前後における日本橋川のBOD値の変化は9月4日～11日までの8日間平均で6.2ppmから4.4ppm、最大は9月5日の36.4ppmから24.6ppmとなり、神田川からの越流がなしの操作で日本橋川に直接排水される汚濁のみとなり平均で30%削減、最大で33%の削減効果となる。

このように、水閘門操作という複雑さは含まれるが、分水地点への水閘門設置は水質改善に大きな効果を発揮できる。

6. まとめ

(1) 結論

本研究では、日本橋川の現況を調査し、日本橋川が抱える水質上の問題点と空間上の問題点を明らかにし、その改善策について考察した。

水質上の改善策については、日本橋川両端に水閘門を設置し、総雨量30mm以下の洪水の流入を回避することにより年間の90%近くの日数について水質の改善効果が確保できる。

また、空間上の改善策については、水位一定制御による河川内の移動空間の整備の可能性が分かった。水質改

善に向けた隅田川水位導入のための水閘門操作は水位一定操作に結びつき、その結果リバーウォークと水面との近接が図られ、水辺と連続した都市整備が可能になる結果ともなる。

人々が都市空間として河川空間を利用するためには、良好な水質の確保と水面に近い場所での親水空間の確保が重要である。そのために日本橋川や神田川に水閘門を設置することで、日本橋川の水質上と空間上の問題点に対する改善策、つまり、水閘門による水質の希釈・浄化と水位一定制御が手法のひとつとして効果があることが今回確認できた。本研究において、水質の希釈・浄化とリバーウォークの整備を合わせることで、日本橋川再生の可能性が出てくると考えられる。また、いつになるかわからない高速道路の撤去についての議論のみでなくそれに先行して、あるいは並行してこのような河川の再生が検討されて良いであろう。

(2) 今後の展望

今回の検討は、水閘門を日本橋川・神田川下流の隅田川との合流部だけでなく、上流の日本橋川と神田川の分岐点にも設置し解析を行った。今後、流域内の合流式雨水排水の詳細をモデル化し、小降雨時の負荷量流入過程まで含めたモデルでの詳細な汚濁挙動の検討を実施し、確実な操作方法を把握する必要がある。

参考文献

- 1) 千代田区：都市計画マスタープラン, pp.28-31, 1998.03
- 2) 国土交通省総合技術開発プロジェクト：自然共生型国土基盤整備技術の開発報告書, pp.540-589, 2005.10
- 3) 財団法人リバーフロント整備センター：日本の水郷・水都 日本人が造った水とふれあう情緒的空間, pp.100-111, 2006.03
- 4) 吉川秀夫：河川工学（改定増補版）, 朝倉書店 pp.23-25, 1993.03
- 5) 吉川勝秀：河川流域環境学-21世紀の河川工学, 技報堂出版 pp.198-226, 2005.03
- 6) 高橋裕：河川工学, 東京大学出版会 pp.36-76, 2002.03
- 7) 社団法人日本河川協会：改定 開設・河川管理施設等構造令, pp.105-124, 2000.01
- 8) 遠井文大・勢昌功・都築隆禎・塩見一三男：河川敷地利用の拡大に伴う社会的影響について, リバーフロント研究所報告, 第17号, pp.130-137, 2006.09
- 9) 日建設計シビル：“日本橋川の水をきれいにする”
<<http://www.nikken-civil.co.jp/developcase/kankyoku/~nihonbashigawa/index.html>>
- 10) 東京建設局：“神田川の現状と課題”
<http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kandagawa_saisei/index.htm>
- 11) 大阪建設局：“道頓堀川の水辺整備”
<<http://www.city.osaka.jp/kensetsu/shigoto/kawa/14.htm>>

(2007.4.5 受付)