

## 18. 神田川上流域における流況特性

### Flux Observation Result at Upstream Basin of Kanda River

技術調査課 杉原大介、高崎忠勝、岩屋隆夫

#### 1. はじめに

本報告は、河川部から依頼を受け、実施した流量観測についてとりまとめたものである。流量観測は、河川流量・流速・水位等を観測するもので、そのデータは、河川計画の策定や調節池の堰高の設定など様々な場面で活用され、河川事業にとって必要不可欠な資料である。流量観測は、年何回か発生する洪水時（高水）と、1月に1回程度の平常時（低水）に行なうが、年間の流況（水位、流速、流量など）を求めるには、定常的に河川水位を測定している水防災総合情報システムのテレメータ水位観測所の水位計データとの相関を求めることが有効であると考えられる。本報告では、2000年度と2006年度に実施した神田川上流域における流量観測結果とテレメータ水位観測所の水位計データを整理し、その流況特性を考察した。

#### 2. 対象範囲

対象とした神田川は、三鷹市の井の頭公園を源とし、武蔵野台地を流れ、東京の中心部を横断し隅田川へ合流する、延長 24.6km・流域面積 100.6km<sup>2</sup>の都内最大級の一級河川である。神田川流域は、戦後以降、著しく市街化が進行した地域で、市街化率は 95%を超えている。河川沿いについても住宅等が密集しており、用地買収による河川改修は極めて難しい状況にある。このため、神田川流域における河川改修以外の河川事業としては、環七地下調節池などの 9 調節池、高田馬場分水路など 4 分水路が整備されている。

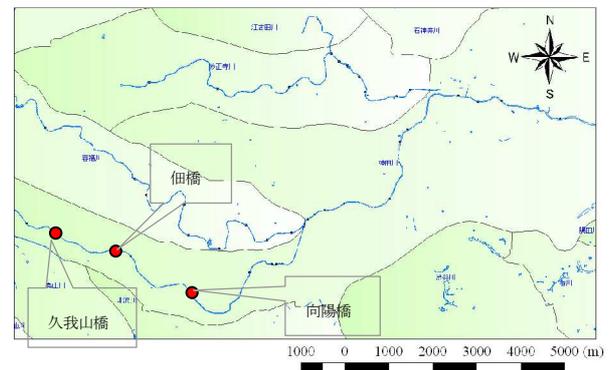


図-1 観測箇所

#### 3. 調査箇所の選定

流量観測の調査箇所の選定にあたっては、主に以下の点について考慮して設定する。

##### ①浮子による流量観測の実施が可能か？

流量観測は、図-2のように浮子を投下してある区間を流下する時間を計測し、その区間の平均流速を求める方法をとる。この方法は、浮子が流れになじむための助走区間と、流下時間を測定する計測区間を設ける必要がある。また浮子を投下する橋梁が直近にあることと、河川形状は直線である必要がある。

##### ②直近に水位観測所があるか？

「東京都水防災総合情報システム」では、都内の 138 箇所の雨量観測所と 149 箇所の水位観測所のデータが一元管理されている。河川の流況を把握するためには、水位と流量の関係（ $H-Q$  式）を得ることが必要であるが、観測箇所直近で定常的に河川水位を測定している水防災総合情報システムのテレメータ水位観測所の

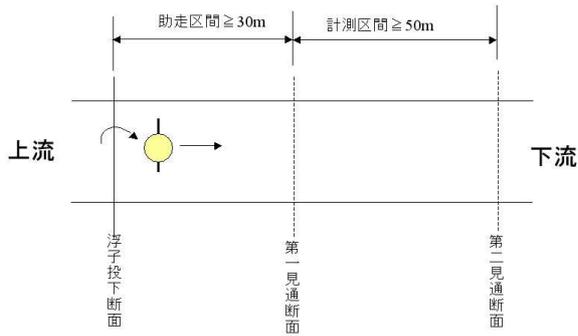


図-2 河川流量の観測方法

表-1 観測実施箇所

		久我山橋	佃橋	向陽橋
高水流量観測	2000年	○	○	—
	2006年	—	—	○
低水流量観測	2006年	○	○	○

※2000年久我山橋は直近下流の清水橋で実施

水位計データを活用することで、年間を通じた流況の把握が可能となる。

上述の項目について考慮し、2006年度と2000年度に神田川上流域における流量観測は、表-1のとおり実施した。

#### 4. テレメータ水位観測所の水位計データの整理

通年の河川の流況を把握するためには、常時河川の水位データを蓄積しているテレメータ水位観測所の水位計データを用いることが不可欠である。しかしながら、水位計周辺での落雷による電気系統の故障や防災無線の伝送障害などが原因で、水位計データには必ずといっていいほど欠測又は異常値が見受けられる。図-3は、2006年の久我山橋、佃橋、向陽橋における水位計データのヒストグラム(度数分布図)である。水位計のデータは、水位計センサーの下端からの上がりの水位が出力されることから、連続的にデータが出現することが、正であると考えられるが、佃橋や久我山橋では、データが不連続に出現する欠測又は異常値が見られる。表-2は、欠測及び異常値データの割合について整理したものである。水位計のデータは、1分間隔で計測されるため、1年間で525,600(60分×24時間×365日)のデータを得る。向陽橋の欠測又は異常値が0.64%であった一方で、久我山橋7.03%、佃橋

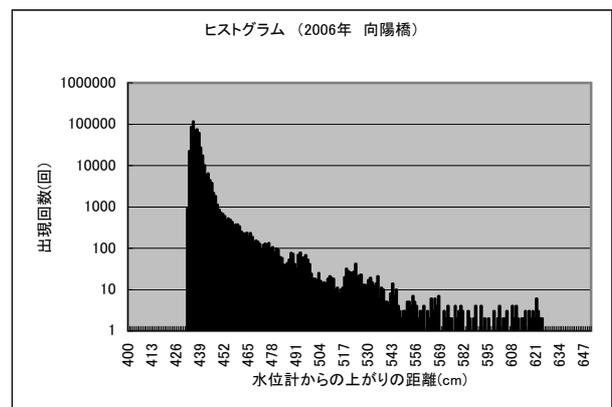
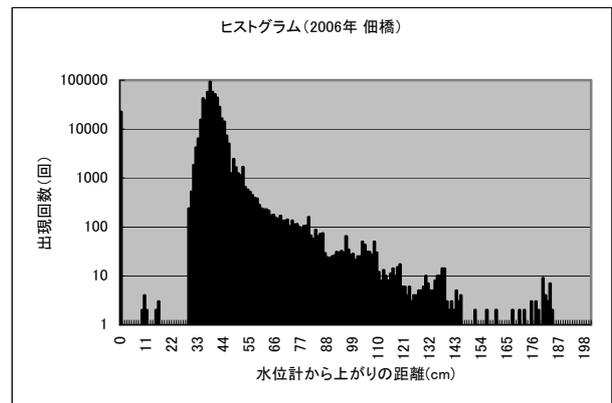
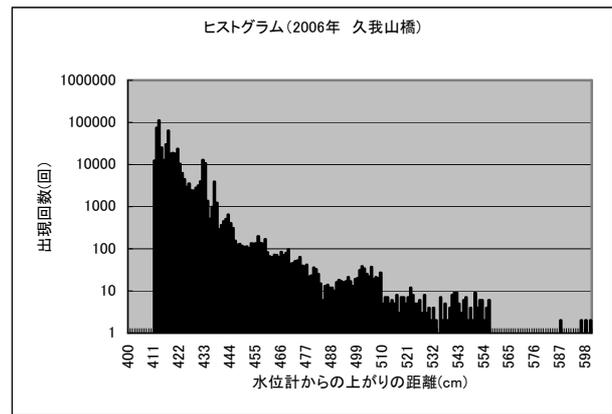


図-3 水位計データのヒストグラム

表-2 欠測・異常値データの割合

	水塔からの上りの距離						計
	0m未満		0m		0m以上		
	データ数	割合	データ数	割合	データ数	割合	
久我山橋	36974	7.03%	0	0.00%	488,626	92.97%	525,600
佃橋	1,969	0.37%	22,662	4.31%	500,979	95.32%	525,600
向陽橋	3,388	0.64%	0	0.00%	522,232	99.36%	525,600

4.68%であった。この差については、原因は不明であるが、水位計自体の特性や水位計が設置されている周辺環境からの影響によるものと考えられる。

こうした欠測・異常値データの補完にあたっては、欠測・異常値データの前後の値や、他の観測所の水位計データなどを比較して補正を行った。図-4は、補正により求めた向陽橋の水位と直近に位置する久我山橋観測所の雨量の1年間(2006年)の経年変化について示したものである。久我山橋観測所における年間の降雨量は1,646mmであり、主な降雨は、①6月16日～18日(総雨量127mm、日最大雨量90mm、時間最大雨量27mm)、②9月11日(総雨量43mm、日最大雨量43mm、時間最大雨量38mm)③10月5日～7日(総雨量142mm、日最大雨量120mm、時間最大雨量9mm)、④12月26日(総雨量158mm、日最大雨量158mm、時間最大雨量21mm)であった。最低水位は、34.57m、最高水位は、36.17m(9月11日)であり、最高水位-最低水位は、1.60mであった。

図-5～図-8では、①～④の各降雨における向陽橋の水位と向陽橋直近の久我山雨量観測所の降雨強度(mm/h)を比較したものである。ここで用いている降雨強度(mm/h)とは、60分間の累計雨量(11:00の雨量の場合は10:00～10:59の1分間雨量の累計)とした。向陽橋の水位は、久我山橋雨量観測所の降雨強度とタイムラグがほとんどないことが分かる。これは、向陽橋が神田川の上流端付近に位置し、到達時間が短いことと、流域の流出係数が高いためと考えられる。

最も水位が上がった②9月11日は、27分間で38mmの雨量を記録した。

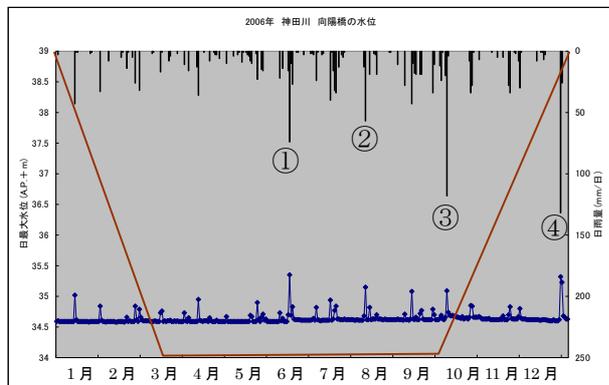


図-4 2006年向陽橋の水位変化

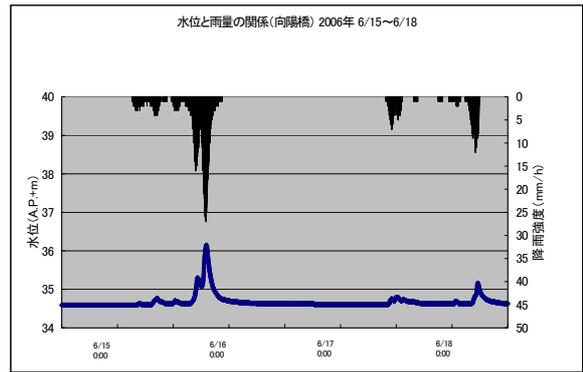


図-5 ① 6月16日～18日の水位と降雨強度

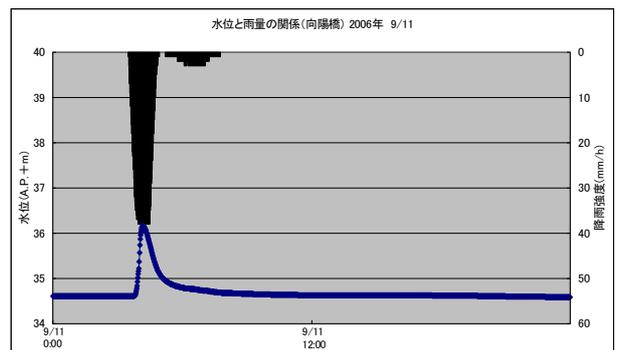


図-6 ② 9月11日の水位と降雨強度

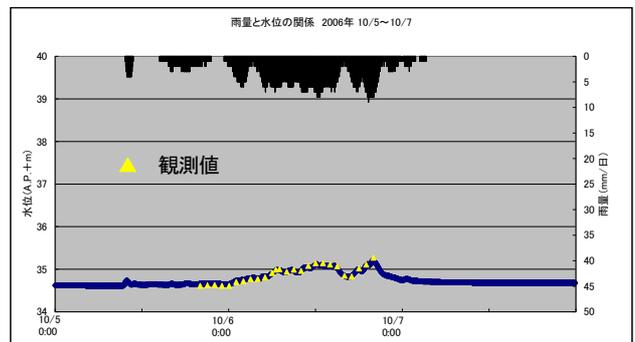


図-7 ③ 10月5日～7日の水位と降雨強度

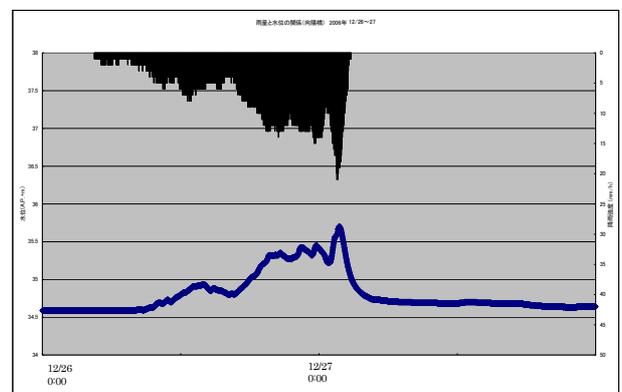


図-8 ④ 12月26日の水位と降雨強度

5. 観測水位とテレメータ水位の比較

水位－流量曲線（H-Q 式）を用いて年間の流況を求めめるためには、観測水位とテレメータ水位の相関を求めておく必要がある。ここでは、観測水位とテレメータ水位の関係について整理する。

洪水時の流量観測は、気象警報や注意報、天気予報などを参考にして、数日間から数時間先に一定の雨量が期待できそうな日を見計らって実施している。

しかしながら都内の中小河川で、天端近くまでの水位上昇をもたらす雷雨性豪雨は、短時間で発生するため、一般の天気予報により、観測実施の有無を判断したのでは、降雨のピークを捕らえられなかったり、観測が間に合わないケースが間々ある。そこで2006年は、気象庁の降雨短時間予報で6時間先までに雨量が10mm以上となっている場合や、天気・気象情報サイト「tenki.jp」で24時間先までの時間雨量の最大値が15mm以上となった場合などインターネットで公開されている気象予報を参考に観測することとした。高水流量観測は、表-3,4 のとおり流量観測を実施した。また、低水流量観測調査は、観測日前2日以上晴天が続いた日とし、表-5 のとおり実施した。

表-3 高水流量結果(2000年)

実施時間	量水標水位	テレメータ
<b>佃橋</b>		
2000年7月7日		
20:30	38.327	38.75
21:00	38.525	38.79
22:00	38.683	39.14
23:00	39.148	39.61
2000年7月8日		
1:20	38.723	39.09
1:45	38.98	39.48
3:00	39.279	39.68
3:40	39.425	39.87
6:00	39.148	39.61
7:00	38.901	39.46
9:00	38.604	39.05
<b>久我山橋(清水橋)</b>		
2000年7月7日		
20:30	40.46	20.45
21:00	40.55	20.52
22:00	40.86	20.68
23:00	41.19	21.22
2000年7月8日		
1:00	40.56	20.53
1:30	41.06	20.99
1:45	41.27	21.15
3:08	41.48	21.38
6:10	41.39	21.32
7:05	40.99	21
7:17	40.88	20.91
8:55	40.68	20.7

表-4 高水流量結果(2006年 向陽橋)

実施日	実施時間	量水標水位	テレメータ
2006年8月9日	12:00	34.63	20.94
	13:00	34.83	21.1
	14:00	34.63	20.95
2006年9月14日	15:00	34.60	20.92
	11:00	34.62	20.93
	12:00	34.63	20.93
	13:00	34.63	20.93
	14:00	34.60	20.92
	15:00	34.59	20.9
2006年9月18日	16:00	34.58	20.89
	10:00	34.71	21.06
	11:00	34.68	20.99
	11:30	34.65	20.97
	12:00	34.63	20.95
	13:00	34.60	20.92
	14:00	34.59	20.91
	20:00	34.74	21.05
	21:00	34.79	21.09
	22:00	34.78	21.09
2006年9月26日	23:00	34.71	21.02
	0:00	34.69	20.98
	1:00	34.68	20.98
	2:00	34.64	20.95
	3:00	34.62	20.93
	4:00	34.61	20.93
	5:00	34.60	20.91
	6:00	34.59	20.89
	7:00	34.58	20.88
	8:00	34.57	20.88
	9:00	34.57	20.88
	11:00	34.57	20.88
	12:00	34.63	20.92
	12:30	34.66	20.98
	13:00	34.65	20.98
	14:00	34.63	20.95
	20:00	34.61	20.92
	2006年10月5日	21:00	34.62
22:00		34.63	20.93
23:00		34.61	20.92
0:00		34.61	20.92
1:00		34.70	21.21
2:00		34.72	21.04
3:00		34.77	21.08
4:00		34.77	21.09
5:00		34.81	21.13
6:00		34.91	21.21
6:30		34.99	21.29
7:00		35.00	21.31
8:00		34.94	21.26
9:00		34.99	21.3
10:00		34.96	21.26
11:00		35.08	21.39
12:00		35.14	21.46
13:00		35.14	21.46
14:00	35.11	21.43	
15:00	35.07	21.39	
16:00	34.85	21.16	
17:00	34.83	21.14	
18:00	35.02	21.33	
19:00	35.11	21.42	
20:00	35.27	21.59	

表-5 低水流量観測結果(2006年)

実施日	量水標	テレメータ
<b>① 久我山橋</b>		
2006年6月22日(木)	40.13	20.17
2006年7月26日(水)	40.14	20.17
2006年8月29日(火)	40.08	20.17
2006年9月21日(木)	40.11	20.18
2006年10月16日(月)	40.19	20.24
2006年11月14日(火)	40.13	20.17
2006年12月25日(月)	40.22	20.31
2007年1月30日(火)	40.21	20.31
2007年2月26日(月)	40.16	20.3
2007年3月6日(火)	40.14	20.30
<b>② 佃橋</b>		
2006年6月22日(木)	38.03	38.79
2006年7月26日(水)	38.08	38.83
2006年8月29日(火)	38.07	38.81
2006年9月21日(木)	38.06	38.71
2006年10月16日(月)	38.13	38.78
2006年11月14日(火)	38.06	38.73
2006年12月25日(月)	37.99	38.76
2007年1月30日(火)	38.07	38.73
2007年2月26日(月)	38.04	38.7
2007年3月6日(火)	38.02	38.71
<b>③ 向陽橋</b>		
2006年6月22日(木)	34.63	20.87
2006年7月26日(水)	34.70	20.87
2006年8月29日(火)	34.70	20.87
2006年9月21日(木)	34.72	20.87
2006年10月16日(月)	34.77	20.91
2006年11月14日(火)	34.73	20.87
2006年12月25日(月)	34.68	20.85
2007年1月30日(火)	34.72	20.86
2007年2月26日(月)	34.68	20.86
2007年3月6日(火)	34.70	20.54

高水流量観測結果と低水流量観測結果から、観測水位（量水標）と水防災総合情報システムのテレメータ水位観測所の水位計データと比較した。図-10～12は、量水標の水位とテレメータの水位の関係を示したもので、近似式及び相関係数は、高水流量観測のものである。相関係数は、久我山橋、佃橋、向陽橋で0.9634、0.9643、0.9968という高い相関を得ることができた。晴天時のみのデータで相関を求めた場合、久我山橋、佃橋、向陽橋の相関係数は、0.5957、0.1016、0.3567という値であった。原因としては、i) 量水標を読むときの人的誤差、ii) テレメータ水位計の機械誤差、iii) 洪水時の土砂や植生の繁茂による河床変動誤差などが考えられる。

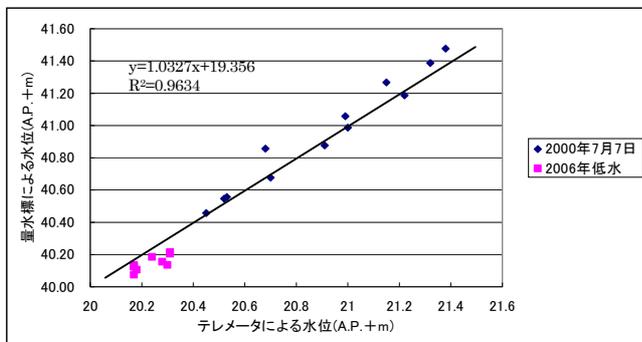


図-10 テレメータと量水標の関係(久我山橋)

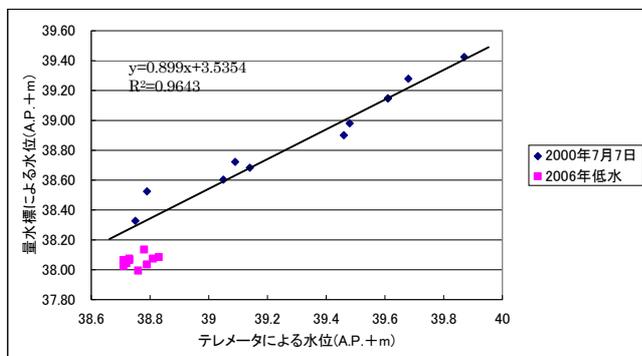


図-11 テレメータと量水標の関係(佃橋)

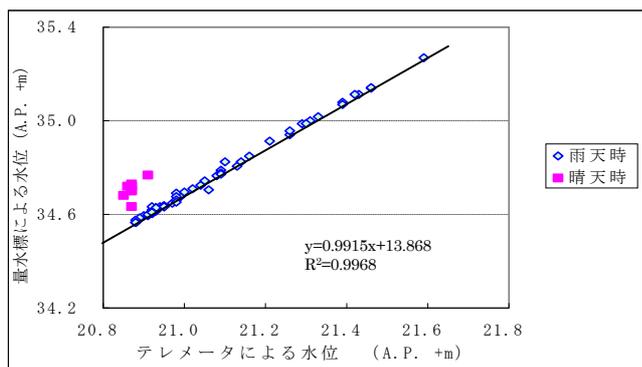


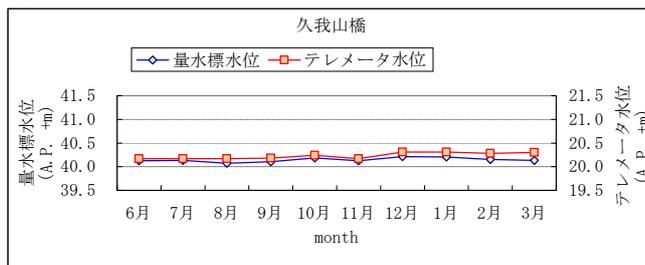
図-12 テレメータと量水標の関係(向陽橋)

量水標の水位とテレメータの水位の相関をとるためには、一定以上の水位変動が必要とされる。観測予算などの制約を受けるが、低水時だけでなく高水時の水位の関係も調査することが望まれる。

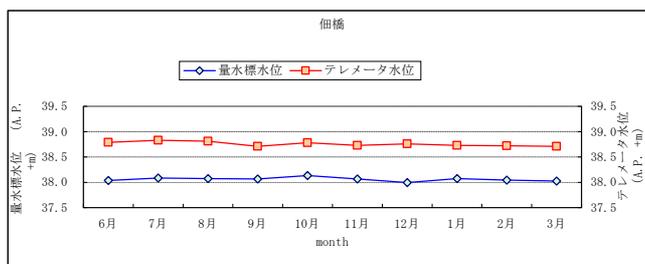
## 6. 流量と水位

図-13は、月に1回実施した低水流量観測調査の水位とテレメータ水位について表したものである。晴天時の水位については、年間を通じてほぼ一定であった。図-14は、低水流量観測調査における流量の推移である。流量の大小は、佃橋>久我山橋>向陽橋となっている。上流下流の関係では、向陽橋>佃橋>久我山橋となるべきであるのだが、これが逆転している。流量が非常に小さいことや、土砂や植生の繁茂による河床変動による影響かと思われる。

### ①久我山橋



### ②佃橋



### ③向陽橋

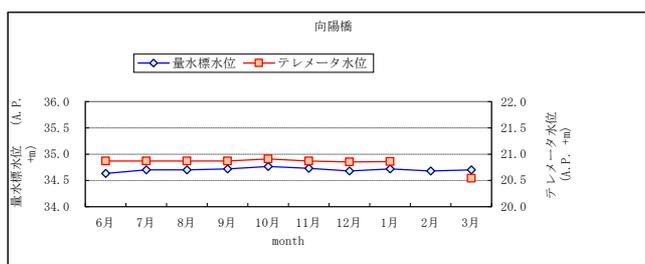


図-13 2006年の水位観測結果(低水流量観測)

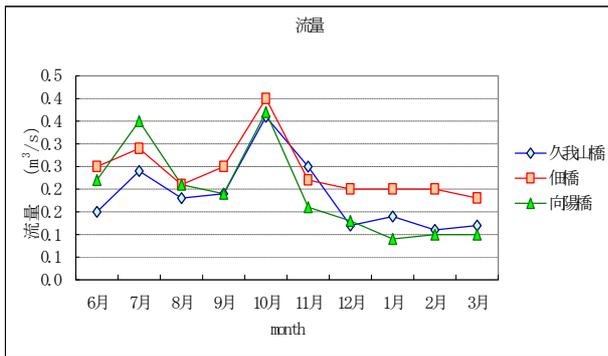


図-14 2006年の流量観測結果(低水流量観測)

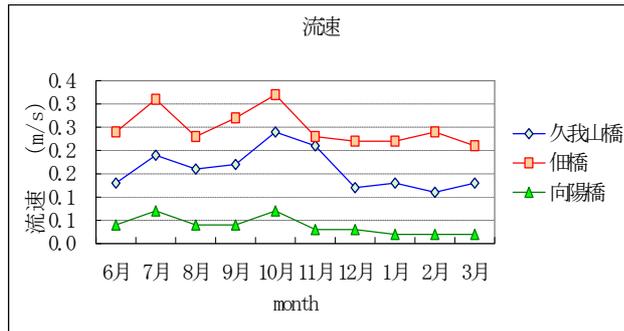


図-15 2006年の流速観測結果(低水流量観測)

表-6 計画流量とH-Q式から求めた計画高における流量

	(A)	(B)	(B/A)
	計画流量 (m <sup>3</sup> /s)	H-Q式から の流量 (m <sup>3</sup> /s)	
久我山橋	50	57	1.14
佃橋	65	99	1.52
向陽橋	90	158	1.76

図-15は、低水流量観測調査における流速の推移である。流速の大小は、久我山橋>佃橋>向陽橋となっている。下流にいくに従い流速が小さくなる傾向を示している。

図-16、17は、2000年の高水流量観測から得た久我山橋と佃橋の水位流量曲線(H-Q式)、図-18は、2006年の高水流量観測から得た向陽橋の水位流量曲線(H-Q式)である。求めたH-Q式で、計画高における流量を計算した場合、表-6のとおりとなった。久我山橋、佃橋、向陽橋におけるH-Q式を用いて計算した計画高流量は、計画流量を上回ることが分かった。

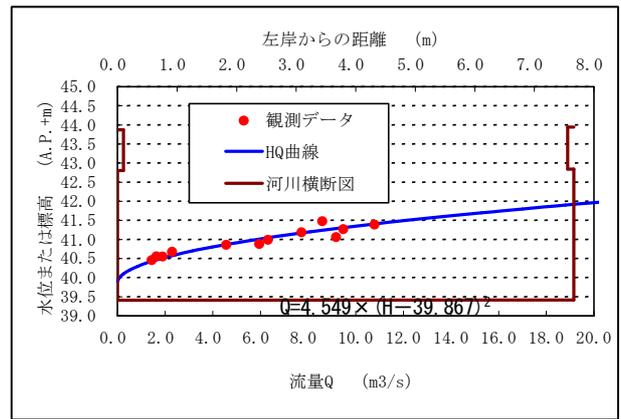


図-16 水位流量曲線(H-Q曲線)(久我山橋)

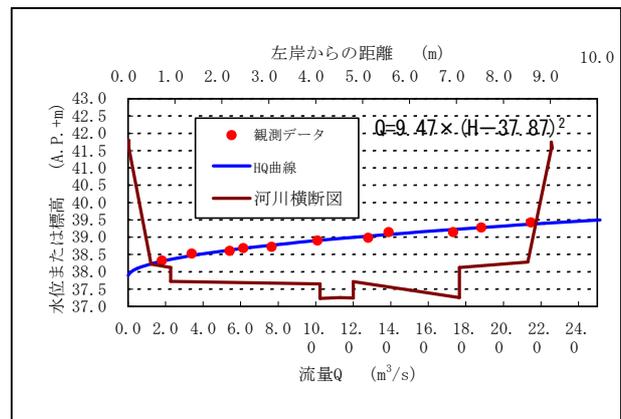


図-17 水位流量曲線(H-Q曲線)(佃橋)

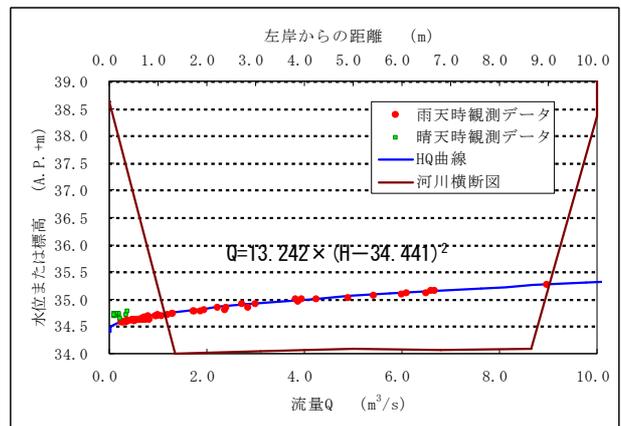


図-18 水位流量曲線(H-Q曲線)(向陽橋)

## 7. 年間の流量変化

図-19は、水位流量曲線(H-Q式)を用いて求めた、2006年向陽橋の日平均流量と日雨量を比較したものである。日雨量の最大は、10月6日の141mm、日平均流量の最大は、10月6日の3.3m<sup>3</sup>/sであった。6月16日の大雨、10月7日の台風16,17号、12月26日の大雨の影響で、日雨量とともに流量も大きい値を

記録している。図-20 は、月平均流量と月雨量を比較したものである。最も月雨量が大きかったのは10月で296mm、最も少なかったのは1月で59mmであった。月平均流量についても、最も大きかったのが10月で0.65 m<sup>3</sup>/s、最も少なかったのは1月で0.31 m<sup>3</sup>/sであった。

## 8. 流況特性

図-21～23 は、図-16～18 で得た水位流量曲線（H-Q式）を用いて2006年の久我山橋、佃橋、向陽橋における流況について示したものである。豊水流量、平水流量、低水流量、渇水流量は、0.2 m<sup>3</sup>/s の範囲内にとどまった。神田川上流域では、1年を通じて、ほとんど流量の変化がないということが分かる。図-21 の久我山橋の流量は、11月に一旦上昇した後、流量が減少しない現象が起きている。土砂などによる水位計の故障が考えられる。

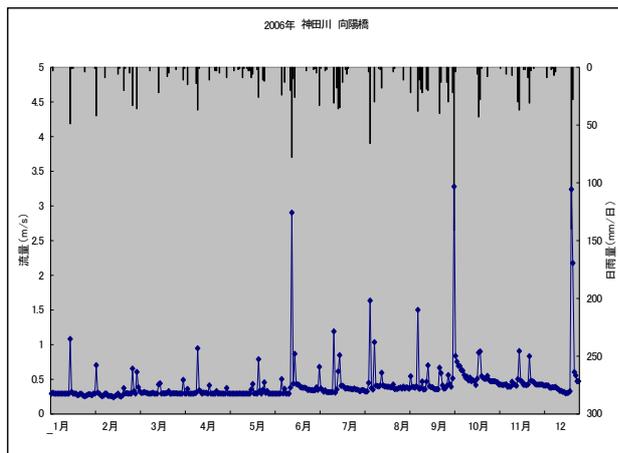


図-19 日平均流量と日雨量 (2006年 向陽橋)



図-20 月平均流量と月雨量 (2006年 向陽橋)

豊水流量、平水流量、低水流量、渇水流量の大小については、佃橋>久我山橋>向陽橋となっており、低水流量観測調査と同じ結果となったが、佃橋の流量が久我山橋、向陽橋の2倍程度高い結果となった。この原因については、今後流出解析等を行なうことで検証したい。

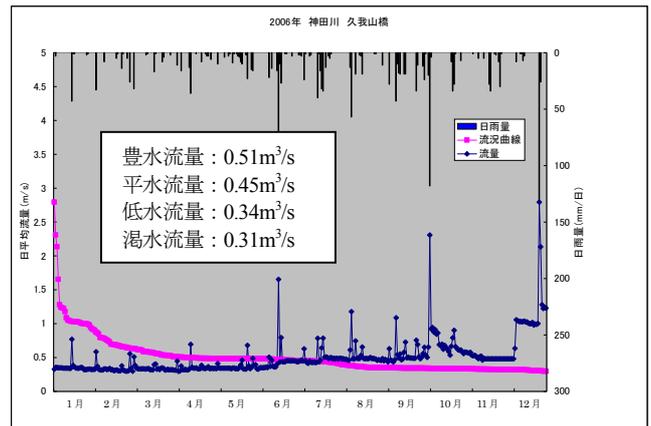


図-21 流況曲線 2006年 久我山橋

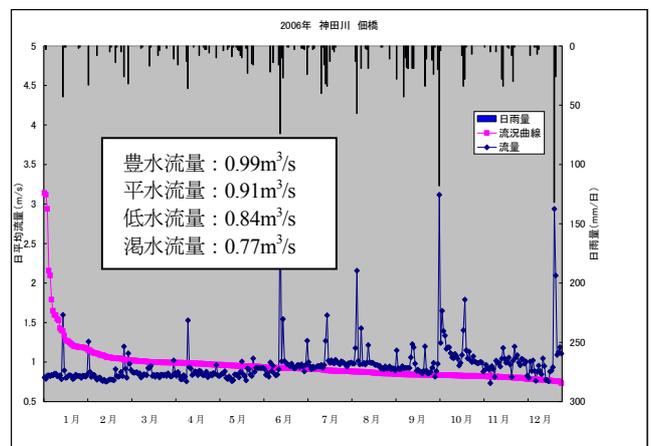


図-22 流況曲線 2006年 佃橋

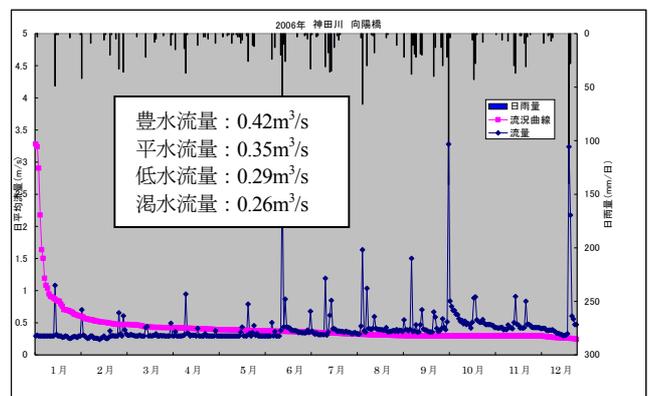


図-23 流況曲線 2006年 向陽橋

## 9. まとめ

テレメータ水位観測所の水位計データ、雨量データを活用することで、各観測地点における年間の水位と雨量の変動を把握することができた。また、テレメータ水位計の水位と観測水位の相関を把握し、観測で得た水位流量曲線（H-Q 式）を活用することで、年間の流量や流況の把握が可能となった。一方、テレメータ水位観測所の水位計データの欠測・異常値が多数存在することが分かった。また、高水流量観測については、観測日決定のための降雨予測や、都内の狭小な河川では、浮子による観測が困難であるなどの観測上の課題がある。

今後も引き続き都内中小河川において流量観測を実施していくが、観測データの活用を考えた整理や、データ活用のための課題を抽出し、調査・開発を進めていきたい。以下、5点を本報告のまとめとしたい。

①テレメータ水位計のデータには、水位計周辺での落雷による電気系統の故障などが原因で、欠測又は異常値が存在する。

②向陽橋は、神田川上流域に位置するため、流域内の観測所（久我山橋）の降雨強度とタイムラグがほとんどない。

③低水流量観測の調査結果から、佃橋、久我山橋、向陽橋の流量の大小は、佃橋>久我山橋>向陽橋となっている。流速の大小は、久我山橋>佃橋>向陽橋となっている。

④2006年の久我山橋、佃橋、向陽橋におけるH-Q式を用いて計算した高水流量は、計画流量を1.76倍となることが分かった。

⑤2006年の久我山橋、佃橋、向陽橋における流況について、豊水流量・平水流量・低水流量・渇水流量は、 $0.22\text{m}^3/\text{s}$ の範囲内であった。

## 参 考 文 献

- 1) 高崎忠勝、岩屋隆夫、石原成幸(2006)：神田川流域における水害時の降雨特性、平 18. 都土木技術センター年報
- 2) 増田信也、高崎忠勝、服部憲一(2004)：神田川流域の高水流量観測、平 16. 都土木技研年報
- 3) 増田信也、難波研二、服部憲一(2003)：平成 14 年度. 高水流量観測結果、平 15. 都土木技研年報
- 4) 黒羽公明、服部憲一(2002)：平成 13 年度高水流量観測結果、平 14. 都土木技研年報

