

# 河川環境における栄養塩類（窒素・磷）の動向

— 新 河 岸 川 —

Estimation of Nutrient Amounts  
in Shingashi River

岡崎 勉 高橋基之 五井邦宏\*  
粕谷敏明\*\* 森田善一\*\*\*

Tsutomu Okazaki, Motoyuki Takahashi,  
Kunihiro Goi, Toshiaki Kasuya and Zenichi Morita

## 要 旨

新河岸川における形態別の窒素・磷等を測定しその流下変化や流入支川の影響を調査した。また、潮汐の影響のある最下流地点で日間変動を考慮し、形態別の窒素・磷等の水質・流量について調査した。窒素・磷の濃度レベルは全川で高く、いずれも硝酸態窒素・アンモニア態窒素や磷酸態リンという溶存成分を主体とする汚濁物質が比較的高い割合で流出していることがわかった。また、早瀬人道橋における流出負荷量がT-N17.5t/日、T-P1.18t/日、BOD15.6t/日と算定された。

## 1 はじめに

1993年度の新河岸川本川3地点のBOD年度平均値は6.7-8.8mg/ℓであり、いずれも環境基準値(10mg/ℓ)以下であり、適合割合も83%であった。また、このような状況は、最近の数年間同様の傾向であった<sup>1)</sup>。一方、この新河岸川が流入する東京湾の水質の経年推移をみると、化学的酸素要求量(COD)及び全窒素(T-N)は緩やかに改善しているが、全磷(T-P)は横ばいの状況<sup>2)</sup>であり、赤潮が発生するなど問題となっており、水質の改善は未だ十分ではない。

このような状況を踏まえ、東京湾流域の7都県市では、水質汚濁防止法に基づく排水規制をはじめ、二次汚濁防止のために「東京湾富栄養化対策指導指針」(以下「指針」という。)に基づく窒素・磷の削減指

導のほか様々な施策を実施しているところである。

埼玉県においても、大規模な窒素・磷の発生源に対して指針によって削減指導を行い、あるいは中・小規模の窒素・磷の発生源に対しても種々の改善指導を行っている。しかし、窒素・磷に関して各発生源の排出状況、排出先の河川水中での挙動、県外への排出量等の検討は、未だ行われていないのが実状である。

そこで、今回は、主として新河岸川水系における窒素・磷の河川水中での挙動や県外への排出汚濁負荷量等の動向に着目して検討したので報告する。

## 2 新河岸川水系の概要

新河岸川は、図1に示すとおり、川越市上野田(上流端)から墨田川合流点(下流端)までの河川延長約25.7km、流域面積約289km<sup>2</sup>の一級河川である。また、

\*現環境部環境審査課, \*\*現西部環境管理事務所, \*\*\*現東部環境管理事務所

新河岸川は特定の水源を有しておらず、川越市の都市排水が大部分を占めている。不老川，九十川，柳瀬川，黒目川，越戸川及び白子川の一級河川をはじめ，普通河川，用水，下水路並びに排水路等が多数合流している典型的な都市河川である。県南部の人口密集度の高い都市部（約135万人）を流下しているため水質の汚濁も著しく，水質環境基準の類型はE・ハに指定されている。新河岸川は墨田川を経由して東京湾に流入している。新河岸川の諸元を表1に示す。

表1 新河岸川の諸元

河川延長	約 25.7km
流域面積	約 289 km <sup>2</sup>
流域人口(1992年度)	約 135 万人
下水道処理人口(1992年度末)	約 86 万人

### 3 調査方法

この調査は，(1)流下調査，(2)日変動調査及び(3)底質調査から成っており，これらの内容は次のとおりである。

#### (1) 流下調査

効率的な調査を実施するため，新河岸川の汚濁の程度や感潮影響の範囲等流況の概略について予備調査を行い，本川8地点及び支川6地点の計14地点を選定した。調査地点等の概要を図1に示す。予備調査の結果等から，調査回数は，季節的な変化を把握するように，1992年8月，11月，1993年2月，4月の4回とした。調査方法は，可能な限り流下時間を考慮して上流側から下流側へ順に行った。現地ではDO，ECの測定を行うとともに流量を観測し，室内ではpH，BOD，COD，SS，T-N，S-T-N，NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N，NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N，NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N，Org-N，T-P，S-T-P，

表2 水質等の測定方法

1	pH	JIS K 0102 12
2	EC	JIS K 0102 13
3	BOD	JIS K 0102 21
4	COD	JIS K 0102 17
5	SS	JIS K 0102 14.1
6	DO	隔膜電極法
7	T-N	昭和46年環境庁告示第59号付表10
8	S-T-N	ガラス繊維ろ紙(GF/C)でろ過した試料をT-Nと同様に分析した。
9	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	インドフェノール青吸光度法
10	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	ナフチルエチレンジアミン吸光度法
11	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	イオンクロマトグラフ法
12	Org-N	[T-N] - [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N] - [NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N] - [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N]
13	T-P	昭和46年環境庁告示第59号付表11
14	S-T-P	ガラス繊維ろ紙(GF/C)でろ過した試料をT-Pと同様に分析した。
15	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	モリブデン青吸光度法
16	Cl	モール法
17	流量	JIS K 0094 8.3

PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P，Cl<sup>-</sup>の計17項目を測定した。水質等の測定方法は表2のとおりである。

#### (2) 日変動調査

日間変動を把握するため，汚濁の影響が一般的に冬季に上昇すること等を考慮し，1992年1月20日9時頃～21日7時頃の間，ほぼ3時間毎，計8回の調査を行った。調査地点は，潮汐の影響のない場所とある場所の地点としてそれぞれいろは橋(St.8)及び早瀬人道橋(St.14)とした。水質等の測定項目は(1)に準じた。

#### (3) 底質調査

採取前約60日間無降雨で流況の安定していた1992年9月16日に1回のみ，新河岸川本川7地点について底泥を採取し，乾燥減量(TS)，強熱減量(VTS)，

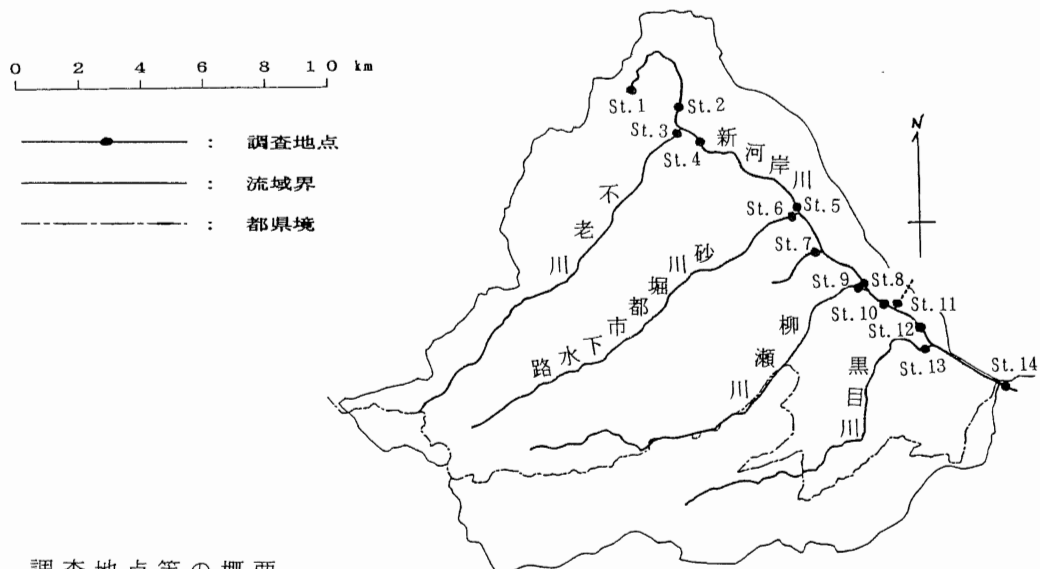


図1 調査地点等の概要

CODsed, T-N及びT-Pを測定した。底泥の採取はエクマンバージ採泥器によって行い、底泥の測定方法は「底質調査方法」に準じた。なお、主として生活排水や産業排水等に由来するSSが河床に堆積しているものと考え、試料調整として砂利や砂質部を除く操作を行った後に測定した。

## 4 結果及び考察

### 4・1 流下調査

#### 4・1・1 全窒素

流下調査の結果を表3に示す。

新河岸川の上流から下流までの水質変化を項目別に見ると、T-Nは、4回の調査ともSt.1からSt.14までほぼ漸増する傾向を示していた。St.2までの上流では2.33-6.71mg/lであった。St.4では、直上流で合流している不老川の影響によって1.8-2.5倍に上昇していた。St.4-St.8間では、いずれの調査においてもほぼ一定の濃度レベルであり、10-12mg/l程度（夏期は約8mg/l）であった。この区間には、調査対象支川である砂川堀都市下水路（St.6）及び富士見江川（St.7）が流入している。いずれも11-15mg/lであり、不老川の11-14mg/lと同等以上のT-N濃度であった。この区間には、調査対象外の川越江川及び福岡江川等の小規模な支川も流入しており、これらの支川は川越市、上福岡市及び富士見市等の都市部を通過していることから、T-N濃度としては相当のレベルを有しているものと推定される。このように、St.4-St.8間では、かなり高濃度のT-Nを含む支川が流入しているものとみられるが、新河岸川本川のT-N濃度レベルはほぼ一定を保っていた。St.10では、全川を通じて最高値を示しており（春期を除く）、直上流で流入している柳瀬川（St.9）のT-Nは、調査対象支川中ほぼ最高の12.67-17.23mg/lであり、この影響が大きいものと考えられる。St.12では、朝霞水路（St.11）が直上流で合流するため、St.10の0.5-0.6倍と大幅に低下していた。また、この朝霞水路の浄化用水は、新河岸川とほぼ平行して流下している荒川から取水しているもので、取水量は1992年実績で平均10.83m<sup>3</sup>/secである。なお、春期の同水路による取水量が0のため、ほぼ同値となっていた。St.11のT-Nは、2.58-3.26mg/lであり、新河岸川本川と比べてたいへん低いものであった。最下流のSt.14では、調査対象外の支川の越戸川や白子川のほか、流域下水道の新河岸川処理センターの排水が大量に流入すること

から、T-Nが1.1-1.2倍に上昇していた。

#### 4・1・2 形態別窒素

T-Nの内訳を形態別にみると、夏から春の4回の調査とも、大きな差はなかった。T-Nの大部分がS-T-Nであり、これはほとんどの窒素分が水溶性の状態で存在していることを示している。そして、その大半がNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nであり、次いで、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nとなっており、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N及びOrg-Nは、全体の10%にも満たなかった。ただし、汚濁成分が流入する直後の最上流のSt.1及び不老川や柳瀬川等の汚濁された支川の合流後では、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-NやOrg-Nの割合がやや大きくなっていった。また、夏期及び秋期のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの割合は冬期及び春期のそれよりも高く、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nの場合はこれと反対になっていた。これは、水温の高い夏期等には硝化反応が活発なためと考えられる。また、春期のSt.14では、今回の調査中で最高のT-Nが測定され、しかもその大半がNH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nであった。このときは朝霞水路の取水量が0であり浄化用水による希釈効果がなく、また、潮位の上昇時にあたるため十分に希釈されなかったことによるものと考えられる。

#### 4・1・3 全 磷

T-Pについてみると、0.11-1.44mg/lの範囲にあり、T-Nの場合と同様、不老川、柳瀬川及び朝霞水路合流後の濃度の増減が特徴的であった。また、S-T-Pのほぼ95%以上がPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pであった。

#### 4・1・4 形態別磷

また、T-Pの内訳を形態別にみると、最上流のSt.1、柳瀬川合流後のSt.10及び不老川合流後のSt.4等比較的汚濁が進行している地点では、T-Pに占めるPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pの割合がほぼ70%以上となっていた。しかし、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pの割合は一時的に上昇するものの、流下につれて速やかに減少する傾向があった。このように、T-Pに占めるPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pの割合は、汚濁成分の流入によって大きくなるが、その後速やかに懸濁態となって沈降性の大きな形態に変化していくものとみられる。特に、不老川及び柳瀬川の汚濁された支川の合流後では、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pとして存在するPの割合が高まる傾向があった。春期のSt.14では、朝霞水路の取水量が0であったこと等から、4回の調査の中で最高の値となった。春期以外では、朝霞水路の浄化用水によって0.4~0.6倍に希釈されており、この希釈効果がたいへん大きいものと考えられる。

### 4・1・5 その他の項目

BODは、新河岸川本川では1.4～20.9mg/ℓの範囲にあり、大きく変動していた。特に、秋期及び冬期には最上流のSt. 1、柳瀬川合流後のSt.10及び朝霞水路合流後のSt.12で大きく増減していたが、春期及び夏期には全川を通じていずれも10mg/ℓを下回っており比較的安定していた。また、CODもBODと同様に変動していた。DOは、St. 1からSt. 8まで一様に低下した後、柳瀬川及び朝霞水路の合流後やや上昇する傾向を示していた。なお、同一地点の水質が右岸と左岸で異なる場合があった。特に、宮土橋 (St.10)ではECで46.0～53.9mS/mと大きく異なっていた。このような場合は、右岸・左岸側を別個に採取・測定し、その平均を使用した。

### 4・1・6 流量

流量は、St. 1からSt. 8まで緩やかに増加した後、柳瀬川及び朝霞水路の合流によって大きく増加し、最下流地点のSt.14では18.3～28.8m<sup>3</sup>/secとなっていた。なお、春期には朝霞水路の取水量が0であったことから10m<sup>3</sup>/sec未滿となっていた。

### 4・1・7 支川の影響

本川への支川の影響を汚濁負荷量(4回/年の平均)でみると、直近上流の本川に対し、不老川(St. 3)ではT-Nで17倍、T-Pで48倍、BODで107倍であり、柳瀬川(St. 9)ではそれぞれ1.9倍、4.0倍、5.1倍となっていた。他の支川では全て1倍以下であった。新河岸川では、この2支川の影響がたいへん大きく関与して

表3 流下調査の結果

調査日	地点名	項目	採取時刻	気温℃	水温℃	流向	色相	臭気	透明度	流量	EC	pH	DO	BOD	COD	Cl	SS	NH4-N	NO2-N	NO3-N	T-N	S-TM	Org-N	S-PO4P	T-P	S-TP
									cm	m <sup>3</sup> /s	mS/m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
'92 8 18 夏期の水質	1本 八幡橋(起点)	順	9:53	29.0	26.3	順	微 濁 濁下水	>50	0.111	18.2	8.7	11.0	1.8	3.8	6.9	6.6	0.01	0.02	1.81	2.33	1.98	0.49	0.11	0.17	0.12	
	2本 田島橋	順	10:30	29.5	26.7	順	微 濁 濁下水	36	0.198	24.6	7.4	6.7	1.4	3.3	12.9	10.3	0.14	0.04	2.65	3.26	3.00	0.43	0.05	0.13	0.06	
	3支 不老川	順	10:48	31.0	26.9	順	微 濁 濁下水	46	0.960	40.9	7.1	6.0	10.2	9.6	31.0	2.5	1.29	1.24	7.73	10.99	10.37	0.73	0.42	0.61	0.48	
	4本 旭橋	順	9:18	27.5	22.7	順	微 濁 濁下水	>50	2.843	35.3	7.3	5.9	3.6	5.8	26.1	2.5	1.81	0.24	5.85	8.25	7.85	0.17	0.27	0.37	0.27	
	5本 伊佐島橋	順	12:45	30.3	24.9	順	微 濁 濁下水	32	4.871	38.5	6.9	5.6	4.2	6.8	32.9	21.9	1.27	0.28	6.34	8.61	7.80	0.72	0.18	0.40	0.19	
	6支 砂川堀都市下水路	順	12:05	30.0	22.7	順	微 濁 濁下水	47	0.944	38.6	7.0	9.4	4.1	5.7	28.7	3.0	1.50	0.23	10.86	12.98	12.62	0.40	0.18	0.32	0.19	
	7支 富士見江川	順	13:05	30.5	26.1	順	微 濁 濁下水	>50	0.431	35.2	7.0	4.3	7.1	7.9	29.3	13.4	2.54	0.44	7.95	11.10	10.79	0.18	0.29	0.39	0.33	
	8本 いろは橋	順	14:20	33.5	25.8	順	微 濁 濁下水	>50	5.340	38.8	7.0	5.4	2.9	5.7	32.9	1.8	1.61	0.25	6.80	9.24	8.85	0.58	0.14	0.26	0.15	
	9支 柳瀬川	順	13:30	33.5	28.4	順	微 濁 濁下水	>50	4.893	43.3	7.2	5.9	6.6	8.5	47.1	2.6	4.57	0.75	6.18	12.67	12.46	1.18	0.85	0.96	0.90	
	10本 宮戸橋	順	15:15	29.6	27.1	順	微 濁 濁下水	40	10.061	41.0	7.1	5.2	5.2	7.2	39.4	11.3	3.11	0.49	6.52	10.59	10.04	0.47	0.46	0.61	0.48	
	11支 朝霞水路	順	14:39	28.8	29.8	順	無	無	>50	17.770	21.8	7.5	8.0	1.3	2.4	10.9	7.1	0.08	0.03	2.21	2.58	2.38	0.26	0.05	0.08	0.05
	12本 新盛橋	順	15:45	28.2	26.5	順	微 濁 濁下水	44	39.338	28.1	7.3	6.8	2.9	4.1	19.4	9.5	0.99	0.17	3.71	5.16	4.79	0.29	0.17	0.26	0.18	
	13支 黒目川	順	16:20	27.4	27.0	順	微 濁 濁下水	43	2.016	37.0	7.2	5.6	6.8	8.9	38.2	16.9	1.57	0.74	6.13	9.14	8.43	0.69	0.54	0.74	0.58	
	14本 早瀬橋(終点)	順	17:15	29.2	26.6	順	微 濁 濁下水	48	18.248	31.6	7.2	6.3	4.0	4.8	24.8	9.8	1.76	0.21	4.01	6.26	5.97	0.27	0.31	0.40	0.33	
'92 11 18 秋期の水質	1本 八幡橋(起点)	順	9:50	10.3	10.7	順	微 濁 濁	>50	0.056	39.0	7.8	12.0	3.1	5.2	45.5	1.4	0.08	0.23	5.20	5.39	5.28	-0.12	0.30	0.32	0.30	
	2本 田島橋	順	10:15	12.5	12.9	順	微 濁 濁	>50	0.055	35.2	7.3	8.3	1.7	3.2	30.7	4.7	0.17	0.04	4.35	4.89	4.62	0.33	0.04	0.11	0.05	
	3支 不老川	順	10:50	13.2	14.5	順	微 濁 濁下水	33	0.718	51.4	7.5	8.7	25.4	16.4	53.6	11.0	3.40	1.31	4.81	10.97	10.04	1.45	0.62	0.90	0.65	
	4本 旭橋	順	9:00	11.0	16.8	順	微 濁 濁下水	>50	2.421	42.1	6.8	6.1	5.1	5.1	38.1	6.0	2.53	0.34	6.74	10.40	9.46	0.79	0.29	0.37	0.30	
	5本 伊佐島橋	順	12:25	15.0	17.2	順	微 濁 濁下水	>50	3.895	49.6	6.9	5.1	4.6	5.9	57.0	7.6	2.47	0.32	7.72	10.87	10.45	0.36	0.24	0.39	0.25	
	6支 砂川堀都市下水路	順	12:10	15.5	16.0	順	微 濁 濁下水	21	0.612	39.2	6.9	7.0	11.8	9.9	32.4	39.6	1.51	0.24	11.68	14.88	13.32	1.45	0.28	0.67	0.29	
	7支 富士見江川	順	12:50	15.0	17.9	順	微 濁 濁下水	>50	0.442	38.8	7.1	4.7	11.6	8.6	33.5	6.2	2.80	0.37	8.44	12.33	11.65	0.71	0.37	0.51	0.39	
	8本 いろは橋	順	13:35	17.0	16.8	順	微 濁 濁下水	41	4.526	45.0	6.9	5.0	4.3	6.0	45.4	12.4	2.34	0.31	8.28	11.55	10.97	0.62	0.19	0.36	0.19	
	9支 柳瀬川	順	13:20	17.0	19.6	順	淡 濁 濁下水	34	5.076	55.8	7.3	6.7	10.7	11.2	64.9	15.6	8.22	0.76	6.44	16.18	15.51	0.76	0.85	1.02	0.88	
	10本 宮戸橋	順	14:35	16.5	18.15	順	微 濁 濁下水	41	9.946	50.3	7.1	5.6	14.1	9.5	54.5	15.1	4.98	0.51	7.39	13.70	13.00	0.82	0.48	0.68	0.50	
	11支 朝霞水路	順	14:15	17.8	13.6	順	無	無	>50	6.300	26.8	7.6	10.4	2.1	2.8	20.6	4.3	0.10	0.07	2.71	3.25	3.07	0.38	0.04	0.10	0.05
	12本 新盛橋	順	15:15	16.0	15.9	順	微 濁 濁下水	>50	19.324	39.1	7.3	8.0	5.9	6.4	36.9	14.0	2.69	0.30	5.20	8.61	8.15	0.43	0.27	0.40	0.28	
	13支 黒目川	順	16:05	14.5	16.8	順	淡 濁 濁下水	8	1.985	36.1	7.4	7.3	10.7	11.0	28.9	62.4	1.29	0.83	7.11	11.06	9.98	1.83	0.47	0.76	0.49	
	14本 早瀬橋(終点)	順	16:50	13.5	16.3	順	淡 濁 濁下水	39	28.783	42.8	7.2	7.4	6.4	6.8	41.1	15.0	3.21	0.32	5.29	9.32	8.85	0.49	0.43	0.57	0.46	
'93 2 16 冬期の水質	1本 八幡橋(起点)	順	9:25	9.0	2.4	順	微 濁 濁	>50	0.013	41.0	7.3	9.4	20.9	10.9	40.0	1.4	3.41	0.12	1.66	6.31	6.08	1.13	0.40	0.51	0.45	
	2本 田島橋	順	9:52	13.5	7.6	順	微 濁 濁下水	>50	0.038	36.2	7.1	8.9	2.8	4.9	28.2	2.8	0.86	0.06	4.36	5.68	5.53	0.40	0.04	0.15	0.06	
	3支 不老川	順	10:16	12.0	9.0	順	微 濁 濁下水	35	0.197	70.0	7.2	6.1	92.9	56.2	96.9	15.3	8.32	0.42	1.46	11.74	12.16	1.54	0.81	1.11	0.93	
	4本 旭橋	順	10:34	12.0	14.6	順	微 濁 濁下水	>50	1.886	46.7	6.8	7.0	4.9	6.5	48.3	3.0	5.17	0.23	6.09	11.26	11.00	0.90	0.25	0.33	0.27	
	5本 伊佐島橋	順	12:07	14.0	13.4	順	微 濁 濁下水	>50	2.522	50.0	6.9	5.7	5.8	7.0	55.3	5.7	4.30	0.19	6.61	11.58	10.95	0.49	0.17	0.34	0.18	
	6支 砂川堀都市下水路	順	11:54	15.3	13.0	順	微 濁 濁下水	31	0.456	46.9	6.8	6.5	10.7	8.8	35.6	8.5	3.70	0.24	10.18	14.73	13.68	0.64	0.15	0.52	0.17	
	7支 富士見江川	順	12:33	14.7	15.0	順	微 濁 濁下水	26	0.278	41.9	7.0	4.4	17.8	13.4	37.5	7.5	4.82	0.37	6.93	12.94	11.95	0.83	0.47	0.71	0.51	
	8本 いろは橋	順	13:00	15.0	13.0	順	微 濁 濁下水	>50	2.904	48.5	6.9	5.3	6.0	7.6	52.6	6.3	4.65	0.22	6.92	12.05	11.47	0.25	0.19	0.39	0.21	
	9支 柳瀬川	順	12:52	15.0	15.3	順	淡 濁 濁下水	18	4.190	54.3	7.3	9.3	43.1	14.9	59.2	21.7	10.15	0.71	4.78	17.23	15.98	1.60	1.21	1.53	1.30	
	10本 宮戸橋	順	13:50	14.5	14.4	順	淡 濁 濁下水	19	6.299	51.4	7.1	7.2	20.6	11.9	54.9	12.8	7.65	0.47	5.57	15.18	14.10	1.49	0.74	1.02	0.79	
	11支 朝霞水路	順	13:38	14.5	6.4	順	無	無	>50	3.450	27.1	7.4	11.7	2.1	3.5	22.7	2.8	0.56	0.06	2.28	3.26	3.01	0.37	0.05	0.14	0.06
	12本 新盛橋	順	14:20	14.0	10.3	順	微 濁 濁下水	33	14.672	40.0	7.2	9.4	12.1	7.8	39.3	8.8	4.21	0.26	4.06	9.22	8.61	0.68	0.42	0.60	0.44	
	13支 黒目川	順	14:58	14.0	14.5	順	淡 濁 濁下水	19	1.134	37.9	7.6	9.7	13.3	11.2	31.6	12.2	3.08	0.40	6.16	11.00	9.74	1.36	0.71	1.00	0.74	
	14本 早瀬橋(終点)	順	15:37	13.5	10.6	順	淡 濁 濁下水	35	21.547	43.9	7.4	8.8	11.7	8.0	45.6	7.4	5.33	0.26	4.05	10.05	9.79	0.41	0.57	0.74	0.60	
'93 4 20 春期の水質	1本 八幡橋(起点)	順	9:20	13.0	12.1	順	微 濁 濁下水	>50	0.006	48.8	7.7	4.9	7.6	20.5	54.1	4.7	3.97	0.08	0.00	5.83	5.67	1.77	1.15	1.33	1.28	
	2本 田島橋	順	9:45	13.0	13.8	順	微 濁 濁下水	37	0.024	37.5	7.4	4.1	5.1	8.5	29.0	14.0	1.27	0.14	3.96							

表4-1 変動調査の結果（いろは橋）

(平成5年1月20日~21日)  
(天候…前日:快晴,当日:晴)

項目	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	8-7	8-8
採水時刻	9:02	12:01	15:00	18:05	21:00	24:05	2:57	5:58
気温 °C	13	7.0	8.8	5.8	4.0	1.3	0.0	0.0
水温 °C	10.5	12.0	13.2	13.0	12.4	11.5	10.9	10.5
流向	順流	順流	順流	順流	順流	順流	順流	順流
透明度 cm	>50	40	46	>50	>50	>50	>50	>50
流量 m3/sec	3.562	3.426	3.613	3.872	3.660	3.406	3.581	3.673
pH	7.2	7.3	7.1	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
EC mS/m	48.2	48.9	49.8	48.8	47.2	47.4	48.6	48.7
DO	5.1	5.7	5.2	5.0	4.7	4.7	4.4	4.6
BOD	6.6	6.1	6.7	7.0	7.5	8.2	6.7	6.9
COD	7.5	7.6	7.6	7.9	7.8	8.1	7.2	7.3
SS	13.5	11.5	14.3	20.1	12.6	5.1	8.7	9.9
Cl	51.9	52.7	52.7	55.9	49.0	50.1	50.6	50.3
NH4-N	3.63	3.71	3.46	3.29	3.62	3.56	3.52	3.64
NO2-N	0.21	0.20	0.19	0.19	0.22	0.25	0.24	0.22
NO3-N	7.25	7.28	7.56	7.63	7.14	7.14	7.33	7.27
T-N	11.94	11.84	12.73	11.84	11.52	11.52	11.31	11.47
S-TN	11.36	11.36	11.52	11.05	11.10	10.89	10.94	10.84
Org-N	0.86	0.64	1.53	0.73	0.54	0.56	0.22	0.34
PO4-P	0.16	0.14	0.05	0.17	0.17	0.19	0.20	0.21
T-P	0.40	0.36	0.37	0.41	0.39	0.41	0.39	0.41
S-TP	0.18	0.15	0.06	0.18	0.19	0.21	0.21	0.22
水深 cm	92	97	91	92	91	92	92	96

単位:mg/l (pH及び特記したものを除く)

表5 日変動調査当日の潮位

日 時	潮 位	
1993年 1/20 (中潮)	5:04	168cm
	9:50	112
	15:17	168
	22:17	7
1/21 (大潮)	5:38	177cm
	10:37	103
	16:11	174
	22:57	1

いることがわかる。

#### 4・2 日変動調査

St. 8及びSt. 14における日変動を表4に示す。

潮位は表5のとおりで、1993年1月20日が中潮、同21日が大潮となっていた。新河岸川の感潮区間<sup>3)</sup>の上流側がSt. 8のやや下流の地点であることから、当初は潮汐の影響のない場所としてSt. 8、影響のある場所としてSt. 14を選定して調査した。

##### 4・2・1 St. 8の流量変動

St. 8では、水深変動が91-97cm(平均92.9cm)であり、流量変動が3.41-3.87m<sup>3</sup>/sec(平均3.599m<sup>3</sup>/sec)と、いずれもほとんど変動がなかった。また、計8回の調査では、いずれも順流であった。ところが、水位の上昇時にもかかわらず流量が減少しており、通常は水位の上昇時に流量が増加することから、潮汐による影響がわずかながらみられたものと考えられる。

表4-2 変動調査の結果（早瀬人道橋）

(平成5年1月20日~21日)  
(天候…前日:快晴,当日:晴)

項目	14-1	14-2	14-3	14-4	14-5	14-6	14-7	14-8
採水時刻	10:00	13:02	16:00	19:25	21:55	1:13	4:02	7:02
気温 °C	5.0	9.8	8.7	5.8	2.6	1.5	0.2	1.4
水温 °C	8.9	9.5	10.1	10.9	10.4	9.4	9.4	9.2
流向	順流	順流	順流	順流	順流	順流	順流	順流
透明度 cm	>50	>50	>50	37	>50	>50	>50	>50
流量 m3/sec	20.441	6.051	22.038	31.622	29.776	18.611	4.881	24.261
pH	7.4	7.4	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
EC mS/m	41.3	41.8	42.2	44.1	43.8	44.1	44.1	46.2
DO	8.0	8.2	8.3	8.0	7.9	8.2	7.7	8.0
BOD	8.8	6.5	7.6	8.6	11.3	10.0	9.0	8.9
COD	7.2	6.6	7.1	8.1	8.1	7.9	7.1	7.8
SS	9.5	4.6	8.6	18.9	8.0	8.2	6.0	6.0
Cl	40.2	43.4	43.5	45.4	45.7	44.5	43.6	48.0
NH4-N	4.36	4.21	4.41	4.85	4.78	5.27	5.24	6.07
NO2-N	0.20	0.19	0.19	0.25	0.25	0.23	0.23	0.23
NO3-N	4.50	4.65	4.86	4.70	4.77	4.46	4.36	4.21
T-N	9.70	9.33	9.70	10.49	10.49	10.43	10.22	10.75
S-TN	9.28	9.17	9.49	9.80	9.86	10.01	9.86	10.33
Org-N	0.63	0.28	0.23	0.70	0.69	0.47	0.39	0.24
PO4-P	0.45	0.44	0.50	0.54	0.56	0.57	0.53	0.58
T-P	0.59	0.56	0.63	0.71	0.77	0.74	0.66	0.72
S-TP	0.47	0.45	0.52	0.56	0.58	0.59	0.56	0.61
水深 cm	191	236	267	214	142	124	225	262

単位:mg/l (pH及び特記したものを除く)

St. 8は隅田川合流点から約16km上流の地点であり、潮汐の影響のない場所として選定したものであるが、このように潮汐による流量等への影響が若干みられた。なお、この調査日は中潮~大潮に当たるため潮汐による影響は比較的大きく出現する場合に当たるものと考えられる。また、新河岸川のような典型的な都市河川では、生活系に由来する廃水や産業系の排水によって、流量の変動が通常は比較的大きく現れるものと考えられるが、St. 8ではこれらの影響によると思われる変動は認められなかった。これは、流入する支川が比較的大きいため、日間変動が平滑化されたものと考えられる。

##### 4・2・2 St. 14の流量変動

St. 14では、水深変動が124-267cm(平均207.6cm)であり、流量変動が4.88-31.62m<sup>3</sup>/sec(平均19.71m<sup>3</sup>/sec、いずれも順流)であり、非常に大きく変動した。また、平均流速(流量/断面積)は0.25-0.29m/sec(平均0.265m/sec)でほとんど変動していなかった。これは、流速の変動よりも水深の変動によって流量変動が大きく影響されていると考えられる。

St. 14における水深変動等は、東京湾における潮位変動からの影響を受けているほか、約2km上流には下水処理場排水(約5m<sup>3</sup>/sec)が、約6km上流には朝霞水路による浄化用水(調査当日約5m<sup>3</sup>/sec)がそれぞれ流入しており、水質・汚濁負荷量とも相当の影響を受けているものと考えられる。

St. 14における水深変動は、東京湾における潮位変動からの影響が卓越しているものと考え、東京湾における潮位変動とSt. 14における水深変動の関係について検討した。この潮位と水深の変動を図2に示す。この図は、東京湾（芝浦）の驗潮データ、St. 14における水深変動及びこの水深変動から求めた経験式をプロットしたものである。この式は次のとおりで、水深が潮位の周期的な変動に連動すると仮定し、水理公式集から潮位を求める式を参考にして導き出したものであるが、24時間という短期的な時間内においては実用上はほぼ問題ないものと考えた。

$$H = 75\cos(\pi t / 8.24 + 4.25) + 25\cos(\pi t / 9.41 + 2.12) + 222.6$$

H : 水深cm  
t : 時間hr (1992年1月20日10:00をt=0とする。)

これにより、潮位と水深との極大値又は極小値の差がそれぞれ約1, 2, 3時間と計算され、1日のうちでも大きく異なっており、時間遅れが一定ではなかった。干満や潮位の違い及び流量の変化等様々な要因が関係しているものと思われる。

今回の調査では、3時間おき計8回のデータから検討したものであり、しかも比較的規模の大きい河川の流量観測においては、橋上から流速や水深を測定したり、夜間の場合もあって河床や流水の状態等が確認しにくいいため、水深や流量には特に大きな誤差が考えられる。これらのため、今回の調査回数では詳細な部分のこれ以上の検討は困難であった。また、流量についても水深の場合と同様の考え方で式を導き出すべく検討したが困難であった。流量の変動が水深の変動に大きく影響されているものの、流速のわずかな変動が流量の変動に大きく寄与しているものとみられる。

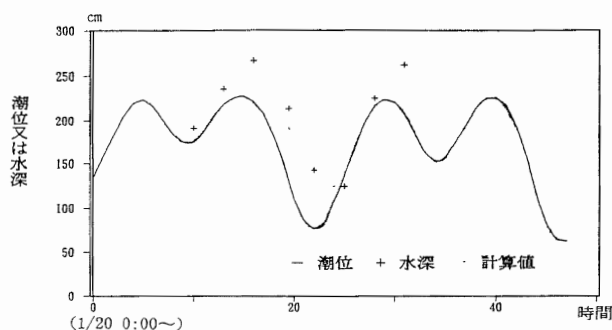


図2 東京湾における潮位変動と早瀬人道橋における水深変動

#### 4・2・3 水質変動

##### 4・2・3・1 St. 8 (いろは橋)

St. 8では、SSの変動がやや大きかったが有機物やN・P等は比較的変動が小さくほとんど一定であり、St. 14での傾向と同様であった。有機物関係の項目では、BOD、CODはほぼ一定であったが、18時頃にSSだけが2倍程度に上昇していた。これは、St. 14においても同様であったが、原因は不明である。

Nについてみると、T-Nが平均11.77mg/lでほとんど変動しておらず、しかもその95%がS-T-Nであり、Nの大部分が溶解成分として存在していた。さらに、S-T-Nの内訳をみると、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nが32%、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nが66%であった。Org-Nは平均0.68mg/l、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-Nは平均0.21mg/lであった。Org-Nがやや高いが、河川の上・中流部では未分解のN成分の割合が比較的大きいものと考えられた。このように、T-Nは日間変動がほとんど無く、しかもNH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N及びNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nで大部分を占めていることがわかった。また、St. 14と比較するとT-Nの値がやや高く、しかもNH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nの割合が高く、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの割合が低くなっていることがわかった。この他には特に大きく異なる点はなかった。

Pについてみると、T-Pが平均0.393mg/lでほぼ一定であった。T-Pの44%がS-T-Pであり、その93%がPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pで占められていた。このように、T-PはPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pの形態で溶解成分として約半分を占めていることがわかった。なお、Pの存在形態は、流下調査の結果からわかるように調査地点によって大きく変動しており、流入する支川や排水による影響を受け変動しやすいものと考えられる。

##### 4・2・3・2 St. 14 (早瀬人道橋)

St. 14の水質変動についてみると、SSの変動が大きい以外は、有機物やN・P等は比較的変動が小さく、ほとんど一定であった。流量が4.88-31.62m<sup>3</sup>/secと大きく変動していたのに対し、水質ではあまり変動していなかったのは、直上流にある下水処理場の排水や朝霞水路からの浄化用水によってある程度均一化されたためとみられる。また、春期（1993年4月）の調査時には流水がほぼ停止の状態であったが、この時の現場での流水のECの測定結果によると、上・下層共ほぼ一定（73.4-63.1mS/m）であったことから、海水の混入はなかったものと認められる。なお、夏期、秋期及び冬期にはいずれも順流時であり、ECは上・下層共ほぼ一定であった。これにより、通日調査の時にみいず

れも順流であったため、海水の混入はなかったものと考えられる。

DOは約8でほとんど変化していなかった。また、BODはT-Pと、CODはT-P、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N及びT-Nとそれぞれ相関が高くなっていた。

Nについてみると、T-Nが平均10.14mg/ℓでほとんど変動しておらず、しかもその95%がS-T-Nであり、Nの大部分が溶解成分として存在していた。さらに、S-T-Nの内訳をみると、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Nが50%、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nが47%であった。Org-Nは平均0.45mg/ℓ、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-Nは平均0.22mg/ℓであり、他の清浄な河川と比較すると相当高い値であった。このように、T-Nは日間変動がほとんど無く、しかもNH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N及びNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nでほぼ半々ずつを占めていることがわかった。

Pについてみると、T-Pが0.56-0.77mg/ℓ（平均0.673mg/ℓ）で、Nと比較するとやや変動が大きく、流量の増加時に大きくなる傾向があった。また、T-Pの80%がS-T-Pであり、Pの大部分が溶解成分として存在していた。さらに、その96%がPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-Pで占められていた。

#### 4・2・4 流出汚濁負荷量

東京湾へ流入する栄養塩類の影響を検討するには、河川経由の栄養塩類の流入量を算定することがたいへん重要であることから、埼玉県で発生し新河岸川を經由して東京湾へ流入する汚濁負荷量を試算した。

ここでは、これまで結果から日変動調査日におけるSt.14での1日当たりのN・P等の流出汚濁負荷量を、毎3時間の汚濁負荷量の和として算出した。T-Nで17.5t/日、T-Pで1.18t/日及びBODで15.6t/日となった。水質の変動が小さいのに対し、流量の変動がたいへん大

きことから、流量をより正確に把握すれば、さらに精度が良くなると思われる。

水質環境情報システム<sup>4)</sup>によると、1992年度の新河岸川水系におけるT-N・T-P・BODの発生負荷量は、それぞれ12.3t/日、1.28t/日及び26.7t/日と見積もられている。流出汚濁負荷量/発生負荷量を汚濁流達率とすると、それぞれT-N1.42、T-P0.922及びBOD0.584と計算される。T-N・T-Pでは実態と比べてやや大きいように思われるが、T-Nについては河川水中で形態変化がみられるものの、T-Nとしてはほとんどそのままで流出しやすく、T-PではT-Nより流出しにくいものと考えられた。これらの傾向は、4・1の流下調査の結果ともほぼ一致するものである。流出負荷量の算定においては、いずれも水質の安定した晴天時のデータを使用しているが、水系の総流出負荷量の算定をする場合は、降雨等による増水時の水質等の変動も考慮の上行われるべきで、実際の総流出負荷量はこれらをはるかに上回っているものと考えられる。

#### 4・3 底質調査

一般には、主として生活排水や産業排水等に由来するSS分が河床に堆積していると考えられるが、新河岸川ではこの堆積物がどのような性質でどの程度存在しているか検討した。

底質の採取前の約60日間無降雨で流況の安定していた時にもかかわらず、上流側の旭橋(St.4)よりも下流では、河川中のSSに由来するとみられる堆積物はほとんど採取できなかった。底質の外観を見る限り、ほとんどが砂利や砂質部等であり河川水中のSS分が沈降したと考えられる堆積物はほとんどなかった。そこで、採取試料中の砂利や砂質部等を水洗し、付着していた

表6 新河岸川底質調査結果

(平成4年9月16日)

地点名	項目	距離 km	TS %	強熱減量 %	CODsed mg/g	T-N mg/g	T-P mg/g	性状	堆積厚 mm	乾燥減量 %
1本 八幡橋(起点)		0.0	25.8	21.8	70.8	10.02	3.90	砂・ヘドロ	>5	74.2
2本 田島橋		5.4	35.6	17.3	66.3	6.75	4.16	砂・ヘドロ	20~30	64.4
3本 旭橋		7.6	34.0	21.1	71.4	9.04	5.27	砂	>5	66.0
4本 岡坂橋		16.4	35.8	16.7	68.8	6.28	4.70	砂・ヘドロ	0	64.2
5本 いろは橋		17.6	37.0	18.0	67.5	6.74	5.67	砂・ヘドロ	0	63.0
6本 宮戸橋		18.7	33.7	18.9	66.7	7.38	5.42	砂	0	66.3
7本 早瀬入道橋(終点)		24.9	32.5	18.5	70.5	8.31	5.42	砂	0	67.5

(注) 1. 試料調整

砂質部を除くため、水で洗い出し、2mm目篩通過物をメスシリンダーに入れ、自然沈降させ、上澄液を捨て沈降物のみをビーカーに入れて、再度攪拌混合し、中層より分取した汚泥を遠沈(1800rpm、10分間)後、沈降物を試料とした。この操作は、堆積物(主にSS)中の濃度を分析するため、砂質による影響を除くために行ったものである。

2. 採泥は約60日間(7月下旬~9月下旬)無降雨の状況下で、流心、右岸、左岸よりエクマンバージ採泥器で採取した混合物である。

SS分を堆積物とみなして測定した。底質調査の結果を表6に示す。乾燥減量(TS)は63.0-74.2%, 強熱減量(VTS)は16.7-21.8%, CODsedは66.3-71.4mg/gで、いずれも地点によらず安定していた。しかし、St.4、St.8及びSt.10では、有機物の指標であるVTSやCODsedの値がやや上昇する傾向があり、直上流で流入している汚濁された支川の影響がみられたものと考えられる。これに対し、T-Nは6.28-10.02mg/g、T-Pは3.90-5.67mg/gとやや変動が大きいものの、CODsedと同様の変動を示していた。これらの結果から、特に新河岸川の中・下流域では、約2ヵ月の無降雨期間後でも河川水中のSSがそれほど堆積していなかったことは、降雨等で流量がわずかに増加するだけでも通常の沈殿物はほとんど流出してしまうものと考えられた。なお、今回の底質調査では、試料調整として底泥の水洗を行っているため、水溶性成分がある程度損失している。

## 5 ま と め

新河岸川における栄養塩類(窒素・磷)の動向について調査したところ、次のことがわかった。

- (1) 流下調査の結果から、T-NやT-Pの水質変化をみると、多くの支川で汚濁が進行しているため、たいへん大きな影響を受けており、新河岸川の水質改善には、流域で発生する汚濁負荷を大きく、しかも広域的に削減する必要がある。
- (2) Nの形態別の測定結果から、ほぼ5割以上が硝酸態で、次いで残りの大部分がアンモニア態であり、Nの大部分が水溶性の成分として存在していた。
- (3) Pの形態別の測定結果から、比較的汚濁の進行している支川の流入直後では、磷酸態の割合が増加していたが、流下につれて懸濁態に変化しているものと考えられる。
- (4) 早瀬人道橋での日変動調査から、東京湾の潮位と早瀬人道橋での水深の変動とは、2時間前後の時間遅れがみとめられたが、一定ではなく、干満の差や潮位等種々の要因から影響を受けているものと推定された。
- (5) 早瀬人道橋での日変動調査から、水質の変動はたいへん小さく、流量の変動に伴って汚濁負荷量も大きく変動していた。また、1993年1月20日の流出汚濁負荷量は、T-Nで17.5t/日、T-Pで1.18t/日、BODで15.6t/日と算定された。
- (6) 早瀬人道橋でのNの形態は、50%がアンモニア態、47%が硝酸態であり、ほぼ全量が溶存態であった。Pでは、80%が磷酸態で溶存していた。
- (7) 新河岸川の中・下流では、河川水中のSS分に由来するとみられる堆積物がほとんどないため、SSを主体とする汚濁物質は底質中へ蓄積するよりも流出しやすいと推定される。

## 文 献

- 1) 埼玉県環境部：平成5年度公共用水域及び地下水の水質測定結果(総括編)，1994
- 2) 一都三県公害防止協議会他：平成4年度東京湾水質汚濁調査報告書，1994
- 3) 埼玉県西部河川改修事務所：新河岸川全体計画書，昭和59年3月
- 4) 埼玉県環境部：水質環境情報システム，1994