

都市河川の汚濁特性について (第3報)

—霞川—

Some Characteristics of Water Pollution in Urban Rivers (Part3)

—Kasumi River—

五井 邦宏 須貝 敏英 杉崎 三男 丸山 由喜雄*

要 旨

霞川における定期水質測定データを集計して、汚濁物質流量及び汚濁物質間の比について検討した結果、次のことが分かった。BOD/COD及びNH₄-N/T-Nの比の月変化には、7月から10月に小さく12月から2月に大きくなる年周期がある。上記の比及びMBAS/T-P等の比の年度平均値は、地点により特有の値を持ち、流域の汚濁物質発生源の排出特性を表わす指標として有用である。

霞川の水域の汚濁調査によって、都県境から流入する寄与率等が推定された。

汚濁物質の流達率の年間平均換算値は、19%~41%となり、これは流域特性から推定される値とほぼ一致することが認められた。

1 はじめに

霞川はその源を東京都青梅市に発し、加治丘陵南麓に沿って東北方向に流れ入間市を二分して狭山市に入った所で入間川に合流している。県内の流域は入間市の約 $\frac{1}{3}$ の面積を占めており、人口密度も市全体より高い。また下水道が全く普及していないために、霞川に対するBOD汚濁負荷量の約7割強が生活排水によるものと試算されている。その水域には環境基準の指定はないが、BOD濃度の汚濁は著しく近年20mg/l強(年度平均値)となっている。そのため、霞川の流入によって入間川の汚濁が増し、特にBOD濃度では環境基準値(B類型3mg/l)を大きく上回る結果となっている。本報では霞川の汚濁に関する特徴を知るために、既存資料を集計して、霞川の汚濁物質の濃度並びに流量変化等の特徴を把握した。また昭和58年度の水域の汚濁状況等の現地調査結果、及び水質環境情報システムによる流域発生源資料等により、県内流域から排出される汚濁物質の流達率について検討を行った。

霞川水域に関する諸特性

- ・合流先河川：入間川中流部水域(豊水橋—富士見橋間)
〔環境基準B類型指定水域(BODが3mg/l以下)〕
- ・霞川総延長：15.7km(埼玉県内延長10.1km)
〔上流部東京都青梅市(5.6km), 中・下流部埼玉県入間市(9.5km)・狭山市(0.6km)〕
- ・流域の特性：面積14.9km², 夜間人口4,2182人(人口密度2,831人/km²)流域のほとんどが入間市に属し、面積で約1/3を占める。
〔入間市：面積44.8km², 人口104,034人(人口密度2,320人/km²)
昭和50年から57年の人口増加率23.9%
公共下水道普及率0%(昭和57年度未現在)〕
- ・主要な汚濁源：生活雑排水がBOD総負荷の7割強を占める。(埼玉県内) 武蔵工業団地排水

・降水量：
(飯能市)

	年合計	日最大	一時間最大
56年	1,315	139 (10)	61 (7)
57年	1,878	211 (9)	55 (7)
58年	1,352	119 (8)	35 (8)

単位：mm

注) ()内に最大値が出現した月を示す。

* 埼玉県環境部大気保全課

2 霞川下流部における水質の概況

霞川下流部の大和橋、及び入間川の霞川合流点上下流の豊水橋、富士見橋は公共用水域の定点にあたり、毎月1回の水質測定が行われている。上記地点の昭和54年度以降の測定データについて、集計・整理を行った。

2・1 汚濁物質濃度の年度平均値

有害物質以外の汚濁物質等の経年的推移を表1に示す。各物質とも年度によって若干の変動はあるものの、

昭和54年度以降59年度まで明らかな経年変化の傾向は見られない。但し、BODには僅かながら増加している様子がうかがえる。この傾向は霞川大和橋、入間川富士見橋で見られるが、上流の豊水橋でははっきりしない。また、富士見橋に対する大和橋の汚濁物質濃度を見ると、COD、T-P、Clなど2倍程度の値を示すことが多いが、BODは約3倍、MBASは約5倍の値を示すことが多い。なお、霞川における年間12回の平均流量と年間積算降水量の年度変化には、類似の増減傾向が認められる。

表1 汚濁物質濃度（年度平均値）の推移

(昭和54年度～59年度)

項目	54		55		56		57		58		59	
BOD (mg/l)	4 1 2 4		4 9 2 8		5 6 3 2		6 4 3 4		6 7 3 0		7 1 3 8	
COD (mg/l)	5 8 4 8		4 9 3 3		5 5 4 0		6 6 4 5		6 2 4 7		8 0 5 7	
SS (mg/l)	9 7		6 6		13 7		15 10		7 6		10 9	
MPN 大腸菌群数	3 8×10 ⁷		2 2×10 ⁷		9 4×10 ⁶		4 7×10 ⁷		4 0×10 ⁷		2 0×10 ⁷	
T-N (mg/l)	8 7		9 0		7 6		7 3		8 6		9 1	
T-P (mg/l)	—		—		1 3		0 92		0 87		1 0	
NH ₄ -N (mg/l)	2 1		3 4		3 3		2 0		3 7		4 1	
PO ₄ -P (mg/l)	1 4		0 82		0 73		0 45		0 60		0 80	
EC (μs)	400		390		400		330		400		450	
Cl (mg/l)	31		32		37		28		40		52	
MBAS (mg/l)	0 81		1 1		1 0		0 90		1 3		1 3	
流量 (m/s)	0 57		0 47		0 48		0 84		0 52		0 30	
降水量 (mm/年)	1,578		1,287		1,315		1,878		1,352		816	

□) 表記方法を示す

A	A 霞川(大和橋) B 入間川(富士見橋) C 入間川(豊水橋)
B C	

2・2 汚濁物質濃度の月間値

大和橋の汚濁物質濃度の月変化を図1に示す。各物質に共通な傾向として、4月頃から11月頃が低く、12月から3月が高くなる年周期変化が見られる。特に、BOD、NH₄-Nではこの傾向がはっきりしている。流量には、5月頃と10月頃に1.0m³/sを超える急激な増加がみられることが多い。なお全体として見ると、汚

濁物質濃度と流量の変化には反比例の関係がある。

一方、汚濁物質濃度の月間値の変動幅を、年度毎に表2に示す。全般的には月間値の変動幅は、年度平均値の±70%程度の範囲に納まるものが多いが、最大値が平均値の2倍を超えるものには、大きい順にSS、流量、NH₄-N、BOD、MBASがある。

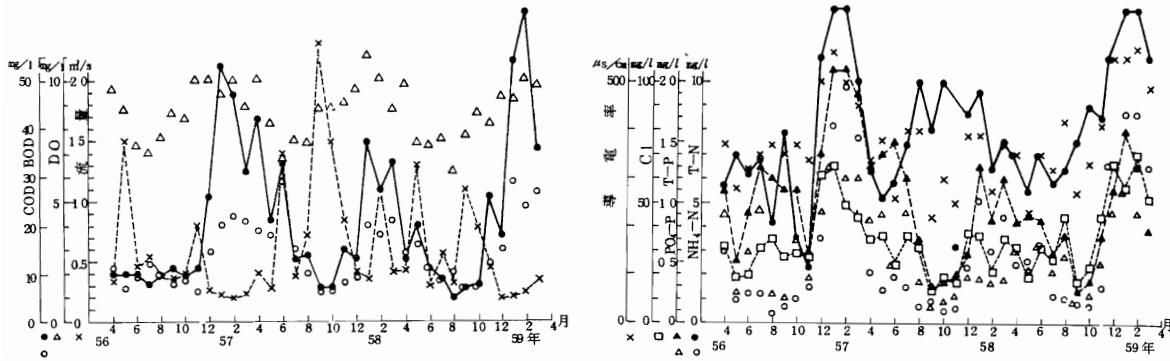


図1 霞川・大和橋の水質(昭和56年度~58年度)

表2 霞川・大和橋における水質濃度の変動 (昭和56年度~58年度)

項目	年度	最大(大) - 最小 / 平均・幅		
		56	57	58
BOD	濃度	53(47)~9.6 20	42(37)~6.9 22	64(54)~4.9 23
	比幅	2.65(2.35)~0.48 1.87	1.91(1.68)~0.31 1.37	2.78(2.35)~0.21 2.14
	幅	22(21)~6.2 12	29(21)~6.2 15	29(27)~6.6 15
COD	濃度	1.83(1.75)~0.52 1.23	1.93(1.40)~0.41 0.99	1.93(1.80)~0.44 1.36
	比幅	47(23)~3 12	110(58)~2 25	29(26)~2 13
	幅	3.92(1.92)~0.25 1.67	4.4(2.32)~0.08 2.24	2.23(2.00)~0.15 1.85
SS	濃度	13(13)~2.3 7.6	10(10)~3.2 7.3	13(13)~5.5 8.6
	比幅	1.71(1.71)~0.30 1.41	1.37(1.37)~0.44 0.93	1.51(1.51)~0.64 0.87
	幅	2.1(2.1)~0.52 1.3	1.5(1.4)~0.30 0.92	1.6(1.3)~0.26 0.87
T-N	濃度	1.62(1.62)~0.40 1.22	1.63(1.52)~0.33 1.19	1.84(1.49)~0.30 1.19
	比幅	9.9(7.7)~0.40 3.3	5.1(4.4)~0.50 2.0	8.7(8.7)~0.70 3.7
	幅	3.00(2.33)~0.12 2.21	2.55(2.20)~0.25 1.95	2.35(2.35)~0.19 2.16
T-P	濃度	1.3(1.2)~0.21 0.73	0.91(0.85)~0.13 0.45	1.1(0.91)~0.17 0.60
	比幅	1.78(1.64)~0.29 1.35	2.02(1.89)~0.29 1.60	1.83(1.52)~0.28 1.24
	幅	65(61)~19 37	36(36)~13 28	70(66)~17 40
NH ₄ ⁺ -N	濃度	1.76(1.65)~0.51 1.14	1.29(1.29)~0.46 0.83	1.75(1.65)~0.43 1.22
	比幅	2.2(1.9)~0.50 1.0	2.6(1.8)~0.21 0.90	2.4(2.2)~0.25 1.3
	幅	2.20(1.90)~0.50 1.40	2.89(2.00)~0.23 1.77	1.85(1.69)~0.19 1.50
PO ₄ ³⁻ -P	濃度	1.5(0.82)~0.21 0.48	2.3(1.5)~0.28 0.84	1.3(1.1)~0.20 0.52
	比幅	3.12(1.71)~0.44 1.27	2.74(1.79)~0.33 1.46	2.50(2.12)~0.38 1.74
	幅			
Cl ⁻	濃度			
	比幅			
	幅			
MBAS	濃度			
	比幅			
	幅			
流量	濃度			
	比幅			
	幅			

注) 濃度欄の下段には年度平均値を示す。
比は月間値/年度平均値である。
幅は最大値-最小値を示す。

2.3 汚濁物質総量

汚濁物質濃度と流量の積を汚濁物質総量として、月毎に求めたものを表3に示す。汚濁物質総量の月間値は、濃度が高い月以外に流量が大きい月にも増加し、毎年度5月～6月の流量の大きな時に年度最大値を示している。また、汚濁物質総量の年度平均値を見ると、BOD、COD、T-Nは流量の年度平均値にはほぼ比例しているが、NH₄-N、PO₄-P、MBASは流量には関係なく、年度ほぼ一定の量を示している。一方、総量の年度毎の月変動幅を表4に示す。濃度のそれに比べると、年度毎の変動割合は変化しているが、汚濁物質の変動割合の順位はあまり変わらない。特にClの変動は小さく、月間値のほぼすべてが年度平均値の±50%以内にあり、最大のものでも平均値の2倍を越すことはない。

更に、霞川の入間川への流入に伴う汚濁物質総量の収支について表5に示す。霞川の流量は、合流後の入間川のその10%～30%程度を占めることが多いが、汚濁物質総量の占める割合は高く、特にBODではほとんどの月では60%を超えている。総量の収支にはかなり差が見られるが、この点については、調査日時、対象区間内の水路からの出入等の条件を十分把握してから検討する必要があるだろう。

2.4 汚濁物質濃度間の比

汚濁物質の濃度は、流量の変動に対応して変化し易く、個々の汚濁物質濃度だけでは、主要な汚濁発生源による影響度合を知ることは難しい。そこで、生活排水の指標となる汚濁物質を選び、河川水中の濃度間の

表3 霞川・大和橋における汚濁物質総量の変化

(昭和56年度～58年度)

年月	BOD kg/日	SS kg/日	SS kg/日	T-N kg/日	T-P kg/日	NH ₄ -N kg/日	PO ₄ -P kg/日	Cl ⁻ kg/日	MBAS kg/日	流量 m ³ /日
56 4	294	323	118	167	32	88	26	940	18	29,376
5	1,296	881	6,091	907	67	130	32	2,462	78	129,600
6	406	386	122	252	37	49	24	812	38	40,608
7	364	560	280	317	61	56	44	1,446	47	46,656
8	310	307	160	134	38	13	8	1,119	16	31,968
9	352	243	128	253	35	22	7	895	22	31,968
10	340	301	142	124	39	35	24	1,027	23	35,424
11	779	439	283	163	42	106	26	1,913	47	70,848
12	607	327	140	257	33	82	21	1,423	26	23,328
57 1	1,053	397	338	258	42	163	26	1,292	28	19,872
2	853	399	417	236	38	180	21	889	34	18,144
3	670	454	410	216	41	166	26	950	48	21,600
平均値	610	418	719	274	42	91	24	1,264	35	41,472
範囲	1,296(1,053) ~ 294	881(590) ~ 243	6,091(417) ~ 118	907(317) ~ 124	67(31) ~ 32	180(166) ~ 13	44(32) ~ 7	2,462(1,913) ~ 812	78(47) ~ 16	129,600(70,848) ~ 18,144
57 4	1,488	673	354	223	46	74	30	1,240	46	35,424
5	508	435	242	126	34	34	22	871	53	24,192
6	3,992	3,508	13,306	702	181	230	58	2,903	40	120,960
7	427	492	98	243	39	23	11	1,182	20	32,832
8	871	622	1,369	622	44	44	21	1,928	39	62,208
9	1,371	1,272	3,974	1,590	60	179	26	2,583	46	198,720
10	907	804	778	1,296	43	65	23	2,462	49	129,600
12	1,089	588	798	232	29	44	16	1,234	15	72,576
58 1	471	330	73	316	21	83	14	1,343	17	36,288
2	1,151	622	591	299	40	159	12	1,120	56	31,104
3	2,566	1,711	5,512	608	81	285	31	1,996	105	95,040
	1,198	762	835	272	44	160	13	1,270	28	36,288
平均値	1,337	985	2,328	544	55	115	23	1,678	44	72,576
範囲	3,992(2,566) ~ 427	3,508(1,711) ~ 330	13,306(5,512) ~ 73	1,590(1,296) ~ 126	181(81) ~ 21	285(230) ~ 23	58(31) ~ 11	2,903(2,583) ~ 872	105(63) ~ 15	198,720(70,848) ~ 24,144
58 4	483	520	260	260	31	89	22	1,152	71	37,152
5	2,246	1,797	3,033	618	100	292	49	2,134	49	112,320
6	285	285	52	181	22	86	16	804	26	25,920
7	433	399	197	286	28	54	21	1,280	12	49,248
8	135	276	194	177	20	28	15	1,217	19	27,648
9	627	627	665	713	25	76	16	1,616	46	95,040
10	539	498	341	614	23	48	16	1,569	40	68,256
11	1,011	467	428	330	28	58	19	1,710	34	38,880
12	311	259	155	190	19	114	16	1,140	26	17,280
59 1	1,026	551	494	247	30	165	21	1,064	51	19,008
2	1,382	518	389	281	28	188	20	1,512	52	21,600
3	1,089	816	877	302	39	197	23	1,572	67	30,240
平均値	797	584	590	350	33	116	21	1,398	41	44,928
範囲	2,246(1,382) ~ 135	1,797(816) ~ 259	3,033(877) ~ 52	713(618) ~ 177	100(39) ~ 19	292(197) ~ 28	49(23) ~ 15	2,134(1,710) ~ 804	71(67) ~ 12	112,320(95,424) ~ 17,280

表4 霞川・大和橋における汚濁物質総量の変動範囲

(昭和56年度～58年度)

項目	年度	最大・次大-最小			総量・幅		
		56	57	58	56	57	58
BOD	2 12 1 73-0 48	2 99 1 92-0 35	2 82 1 73-0 17	610 1 25	1,337 1 57	797 1 56	
COD	2 11 1 34-0 58	3 56 1 74-0 34	3 08 1 40-0 44	418 0 76	985 1 40	584 0 96	
SS	8 47 0 58-0 16	5 71 2 37-0 03	5 14 1 49-0 09	719 0 42	2,328 2 34	590 1 40	
T-N	3 31 1 16-0 45	2 92 2 38-0 23	2 04 1 77-0 51	274 0 71	544 2 15	350 1 26	
T-P	1 60 1 45-0 76	3 29 1 47-0 38	3 03 1 18-0 58	42 0 69	55 1 05	33 0 60	
NH ₄ ⁺ -N	1 98 1 82-0 14	2 48 2 00-0 20	2 52 1 70-0 24	91 1 68	115 1 80	116 1 46	
PO ₄ ³⁻ -P	1 83 1 33-0 29	2 52 1 35-0 48	2 33 1 10-0 71	24 1 04	23 0 87	21 0 39	
Cl ⁻	1 95 1 51-0 64	1 73 1 54-0 52	1 53 1 22-0 58	1,263 0 87	1,678 1 02	1,398 0 64	
MBAS	2 23 1 34-0 46	2 39 1 43-0 34	1 73 1 63-0 29	35 0 88	44 1 09	41 1 34	
流量	3 12 1 71-0 44	2 73 1 78-0 33	2 49 2 11-0 38	41,472 1 27	72,576 1 45	44,928 1 73	

(注) 数値は年度平均値に対する比を示す。
但し、総量は表3の、日換算値を示す。幅は最大値-最小値を示す。

表5 霞川合流地点周辺における汚濁物質総量

(昭和57・58年度)

年月	項目	地点				年月	項目	地点			
		富士見橋 F	豊水橋 H	大和橋 Y	F-H-Y			富士見橋 F	豊水橋 H	大和橋 Y	F-H-Y
57 5	BOD	290	19	508	-237	58 5	BOD	1,888	406	2,246	-764
	COD	228	39	435	-246		COD	874	657	1,797	-1,580
	T-N	85	21	126	-64		T-N	854	354	618	-118
	T-P	19	2	34	-17		T-P	70	31	100	-61
	NH ₄ ⁺	33	5	34	-6		NH ₄ ⁺	238	26	292	-80
	PO ₄ ³⁻	10	1	22	-13		PO ₄ ³⁻	48	17	49	-18
	Cl ⁻	664	115	871	-322		Cl ⁻	4,173	1,296	2,134	743
	流量	20,736	6,048	24,192	-9,504		流量	198,720	86,400	112,320	0
8	BOD	1,246	544	871	-169	8	BOD	435	119	135	181
	COD	2,225	1,322	622	281		COD	487	252	276	-41
	T-N	2,670	1,944	622	104		T-N	280	203	177	-100
	T-P	98	93	44	-39		T-P	24	13	20	-9
	NH ₄ ⁺	178	156	44	-22		NH ₄ ⁺	42	7	28	7
	PO ₄ ³⁻	62	39	21	2		PO ₄ ³⁻	18	10	15	-7
	Cl ⁻	7,208	4,666	1,928	614		Cl ⁻	1,555	770	1,217	-432
	流量	889,920	777,600	62,208	50,112		流量	103,680	69,984	27,648	6,048
11	BOD	2,048	696	1,089	263	11	BOD	1,355	378	1,011	-34
	COD	2,799	1,500	588	711		COD	1,645	525	467	653
	T-N	1,775	964	232	579		T-N	1,331	607	330	394
	T-P	123	59	29	35		T-P	75	34	28	13
	NH ₄ ⁺	68	54	44	-30		NH ₄ ⁺	194	98	58	38
	PO ₄ ³⁻	68	37	16	15		PO ₄ ³⁻	56	28	19	9
	Cl ⁻	6,553	3,750	1,234	1,569		Cl ⁻	4,113	1,806	1,710	597
	流量	682,560	535,680	72,576	74,304		流量	241,920	164,160	38,880	38,880
58 2	BOD	4,304	1,510	2,566	228	59 2	BOD	995	214	1,382	-601
	COD	3,984	1,609	1,711	664		COD	608	372	518	-282
	T-N	1,557	788	608	161		T-N	437	291	281	-135
	T-P	156	56	81	19		T-P	43	17	28	-2
	NH ₄ ⁺	595	263	285	47		NH ₄ ⁺	238	117	188	-67
	PO ₄ ³⁻	64	33	31	0		PO ₄ ³⁻	34	14	20	0
	Cl ⁻	5,495	3,283	1,996	216		Cl ⁻	1,880	1,020	1,512	-652
	流量	457,920	328,320	95,040	34,560		流量	55,296	50,976	21,600	-17,280
年度 平均 値	BOD	1,972	692	1,259	21	年度 平均 値	BOD	1,168	279	1,194	-305
	COD	2,309	1,118	839	352		COD	904	452	765	-313
	T-N	1,521	929	397	195		T-N	726	364	352	10
	T-P	99	53	47	-1		T-P	53	24	44	-15
	NH ₄ ⁺	219	120	102	-3		NH ₄ ⁺	178	62	142	-26
	PO ₄ ³⁻	51	28	23	0		PO ₄ ³⁻	39	17	26	-4
	Cl ⁻	4,980	2,954	1,507	519		Cl ⁻	2,930	1,223	1,643	64
	流量	512,784	411,912	63,504	37,368		流量	149,904	92,880	50,112	6,912

(注) 単位 流量 m³/日, その他 kg/日

都市河川の汚濁特性について (第3報)

比の主なものを求めた。霞川及び周辺のいくつかの河川について、年度平均値の比を表6、表7に、月間値の比の変動を表8に示す。また、生活排水の汚濁負荷原単位³⁾に占める汚濁物質の比を表9に示す。一般に、BOD、NH₄-N、MBASは、処理場、水路、河川におい

て分解、硝化作用等によって減衰することが知られている。従って、これらを含む比は生の排水で最も大きく、処理または流下等の分解作用を受けることによって小さくなって行くといえよう。また、生活排水の中でも、洗濯水、し尿などの影響度合によって比の値が

表6 汚濁物質濃度 (年度平均値) 間の比の推移

(昭和54年度~59年度)

地点	項目 年度	BOD	NH ₄ -N	PO ₄ -P	MBAS	MBAS	T-N
		COD	T-N (%)	T-P (%)	T-P	Cl ⁻	T-P
霞川 (大和橋)	59	1.29	45	80	1.30	0.025	9.1
	58	1.53	43	69	1.49	0.031	9.9
	57	1.47	27	49	0.98	0.032	7.9
	56	1.67	43	56	0.77	0.027	5.8
	55	1.21	38	—	—	0.034	—
	54	1.08	24	—	—	0.026	—
入間川 (豊水橋)	59	0.67	24	81	0.28	0.005	13.4
	58	0.64	21	83	0.33	0.006	16.7
	57	0.76	27	68	0.28	0.005	14.8
	56	0.80	21	68	0.42	0.011	12.9
	55	0.85	21	—	—	0.009	—
	54	0.50	23	—	—	0.009	—
入間川 (白見橋)	59	0.89	32	76	0.45	0.009	11.2
	58	1.08	29	78	0.69	0.011	14.2
	57	0.97	30	63	0.58	0.013	11.3
	56	1.02	28	68	0.50	0.014	10.5
	55	1.00	25	—	—	0.014	—
	54	0.71	24	—	—	0.008	—

表7 汚濁物質濃度 (年度平均値) 間の比

(昭和56年度~59年度)

地点	項目 年度	BOD	NH ₄ -N	PO ₄ -P	MBAS	MBAS	T-N
		COD	T-N (%)	T-P (%)	T-P	Cl ⁻	T-P
白子川 (三園橋)	59	1.64	70	65	2.09	0.047	10.9
	58	1.50	63	58	1.70	0.047	11
	57	1.92	60	48	2.00	0.074	7.9
	56	1.94	54	45	1.00	0.066	5.2
	59	1.11	62	85	0.07	0.002	10.5
東川 (城下橋)	58	0.76	68	75	0.10	0.003	11
	57	1.50	70	78	0.07	0.002	8.7
	56	0.86	76	83	0.12	0.004	8.3
不老川 (入曾橋)	59	1.80	65	62	1.69	0.080	6.5
	58	1.93	58	52	2.33	0.114	7.1
	57	1.93	49	52	1.81	0.126	5.9
不老川 (不老橋)	56	2.09	63	58	0.80	0.076	4.8
	59	1.61	70	42	0.89	0.031	6.1
	58	1.61	65	61	1.17	0.023	8.3
	57	1.75	54	56	1.00	0.030	8.2
市野川 (徒歩橋)	56	1.84	64	72	0.72	0.024	5.6
	59	0.55	20	68	0.20	0.002	12.7
	58	0.64	15	58	0.27	0.002	19
	57	0.71	15	47	0.31	0.003	13
嘉川 (大和橋)	56	0.66	15	62	0.24	0.003	15
	59	1.29	45	80	1.30	0.025	9.1
	58	1.53	43	69	1.49	0.033	9.9
	57	1.47	27	49	0.98	0.032	7.9
	56	1.67	43	56	0.77	0.027	5.8
成木川 (成木大橋)	59	0.64	18	88	0.31	0.005	19
	58	0.61	13	85	0.31	0.004	20
	57	0.48	4	70	0.40	0.004	2.6
	56	0.79	10	63	0.50	0.009	16
赤平川 (赤平橋)	59	0.81	9	75	0.50	0.007	25
	58	0.76	< 6	75	0.50	0.006	27.8
	57	0.67	10	55	0.36	0.006	16.4
	56	0.80	7	45	0.64	0.012	25.5

表8 汚濁物質濃度間の比の変動

(昭和56年度～59年度)

項目 地点	BOD		NH ₄ -N		PO ₄ -P		MBAS		T-N	
	COD		T-N (%)		T-P (%)		T-P		Cl ⁻	
内川 (入間橋)	59	1.29 0.79-1.82	45 15-70	80 62-90	1.30 0.91-1.60	0.25 0.009-0.050	9.1 5.3-13.2			
	58	1.53 0.49-2.67	43 8-79	69 49-83	1.49 0.44-2.26	0.033 0.010-0.061	9.9 6.2-28.8			
	57	1.47 0.87-2.21	27 5-59	49 28-76	0.98 0.22-1.86	0.032 0.014-0.072	7.9 3.7-30.3			
	56	1.67 0.65-2.65	43 9-77	56 20-81	0.77 0.42-1.16	0.027 0.014-0.050	5.8 3.2-13.5			
	59	0.67 0.34-0.96	21 3-45	81 23-98	0.28 0.08-0.85	0.005 0.002-0.014	13.4 4.6-31.7			
入間川 (四水橋)	58	0.64 0.32-0.90	21 <4-46	83 56-94	0.33 0.14-0.60	0.006 0.003-0.011	16.7 11.4-46.0			
	57	0.76 0.31-1.41	27 6-55	68 42-93	0.28 0.08-0.43	0.005 0.002-0.009	14.8 10.0-28.6			
	56	0.80 0.43-1.68	21 4-38	68 15-97	0.42 0.20-1.25	0.011 0.006-0.034	12.9 3.3-22.1			
	59	0.89 0.51-1.67	32 11-55	76 52-89	0.45 0.23-0.86	0.009 0.004-0.018	11.2 6.4-21.9			
	58	1.08 0.65-2.16	29 7-54	78 53-92	0.69 0.31-1.09	0.011 0.004-0.023	14.2 10.1-37.5			
入間川 (高見橋)	57	0.97 0.46-1.25	30 4-57	63 43-80	0.58 0.36-0.97	0.013 0.005-0.028	11.3 4.4-28.6			
	56	1.02 0.73-1.70	28 3-56	68 27-82	0.50 0.31-0.84	0.014 0.007-0.023	10.5 7.7-23.6			

(1) 上段 年度平均値の比
下段 月間値の比の範囲

表9 生活排水の汚濁負荷原単位と汚濁物質濃度比

負荷原単位の年間平均値

	水量	SS*	MBAS*	COD*	BOD*	T-P*	PO ₄ -P*	T-N*	NH ₄ -N*	NO ₂ -N	NO ₃ -N	TOC
平日	177	42	1.99	21	46	1.16	0.68	7.9	5.4	0.07	35	
休日	214	53	2.60	23	49	1.55	0.89	9.8	7.0	0.02	45	
平均	182	43	2.08	21	46	1.22	0.71	8.2	5.6	0.06	36	

単位：水量はℓ/人日、それ以外はg/人日。推定値を含む。
* 平日、休日とも推定値を含む。

負荷単位の汚濁物質濃度比

	BOD	NH ₄ -N	PO ₄ -P	MBAS	T-N
	COD	T-N	T-P	T-P	T-P
平日	2.19	0.68	0.59	1.72	6.8
休日	2.13	0.71	0.57	1.68	6.3
平均	2.19	0.68	0.58	1.70	6.7

変わるようになるが、平均的に見ると比較的共通な原単位が得られているといえよう。⁴⁾生活排水の他の主な排水の特徴として、下水処理放流水のBOD/CODが0.55程度、MBAS/T-Pが0.22程度⁵⁾であること、また豚舎排水、水田排水のNH₄-N/T-Nが0.63、0.13程度⁶⁾であることなどがあげられる。河川水の比は、年度によってかなり変動するものもあるが、ならして見ると各比とも地点個々の値を示している。表7を見ると、不老川の入曽橋における比の値はいずれも、表9に示す生活排水の値に近く、汚濁原因のほとんどが生生活排水に起因するものと判断される。霞川における比の値はいずれも、不老川に比べると表9の値から離れてはいるものの、全体的に見ると生活排水の影響が強く現れているといえよう。また、東川及び市野川の

MBAS/T-Pは、下水処理場放流水の影響が大きいことを示しているが、東川ではNH₄-N/T-Nに見られる様にし尿等の汚濁影響が強い。なお、月間値の比はかなり大きく変化しているが、表8のいづれの地点においても、BOD/COD、NH₄-N/T-Nには7月～10月に最小値が、12月～2月に最大値が見られた。このことは、夏期には河川において、生物による汚濁物質の吸収、分解作用、降水による河床の浄化作用が高まることを示すものといえよう。

3 霞川水域の汚濁等の概況

霞川水域に関する資料^{7), 8)}及び現地踏査によって、主要な用排水路の実態を把握した。また、都県境から入間

川合流直前に至る霞川の5地点で通日調査を行い、汚濁の概況を把握した。

3.1 水域の概況

霞川水域に流入する主な排水には、図2に示すように都県境直下流に流入する八幡堀(延長2km、流域面積1.4km²)の白濁した汚水、武蔵工業団地からの黄褐色の排水、下流部に流入するいくつかの雨水幹線の灰黄色の汚水などが見られる。一方、入間川合流直前には、堰があり灌漑期には一定流量(約0.4m³/s)赤間用水路へ導入している。この量は、霞川下流部の流量の大部分を占める、このために、灌漑期の無降雨時には入間川へ流入する流量はごく僅かしかない。なお、八幡堀の全長約2.4km(県内は約0.4km)の流域の大部分が、県外に位置している。

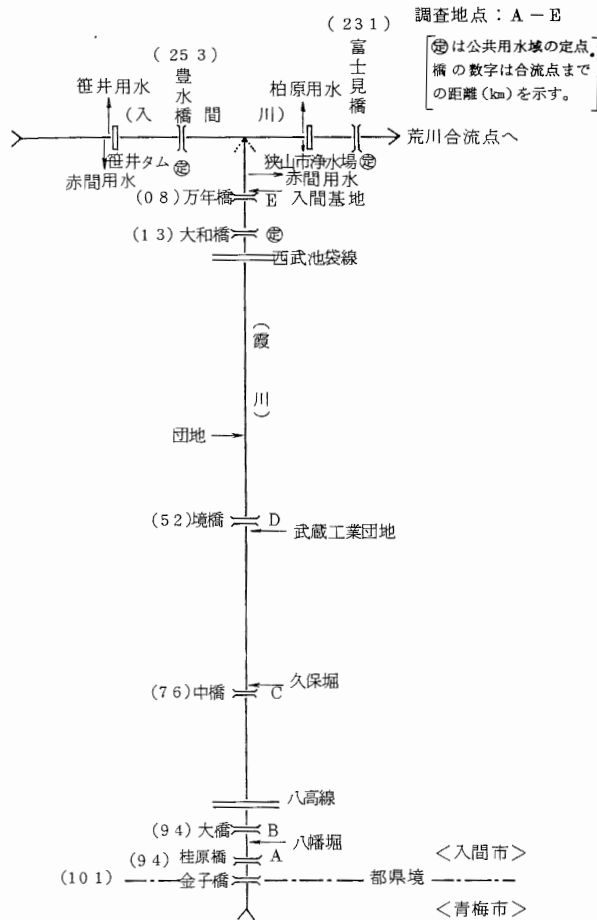


図2 霞川水域略図

3.2 汚濁の概況

昭和58年7月及び昭和59年3月に、1日4回、TOC、流量などの調査を行った。その結果を表10に示す。EC、TOCの日平均値を見ると、両月とも県内最上流地点が最小、最下流地点が最大を示している。汚濁の日変化は、全体に変化が小さく、午前4時のTOCが低くなる地点が多いといった特徴が見られる程度である。また、流量についてもほぼ同様な特徴が見られる。一方、EC、TOCは7月が3月より小さく、流量はその逆になる地点が多い。そこで、TOC濃度と流量の積を表11に示す。最上流、最下流地点ともに日平均流下量は、7月と3月にほぼ同様の値を示す。しかし7月には、流下するに従って、流下量は増加するが、3月には様子が異なる。なお、桂原橋と大橋の流下量の差は、八幡堀からの流入量を示すものである。

4 霞川流域の汚濁排出負荷量と汚濁流達率

流域内の汚濁物質発生源から、河川へ流入する支川、排水路等へ排出される汚濁物質の総量(総排出負荷量)は、発生源毎に汚濁発生原単位と除去率の積、または実測値などに基づいて算出される。この汚濁物質の流域最下流部に到達する量は、流域内の支流等において沈殿、分解によって減少することになる。その割合を示すものとして、最下流部の実測汚濁総量を流域内の総排出負荷量で割った値が流達率として定義されている⁹⁾。流達率は下水道整備計画などの資料作成に利用されており、低水流量時には人口密度/(流域面積)^{1/2}の関数で近似されている。しかし、年間平均値では、むしろ流域の比流量(m³/日/km²)と関係があるとされている¹⁰⁾。

ここでは、水質環境情報システムによる発生源別排出負荷量及び、最下流部定点の水質測定結果による汚濁総量に基づき、水域の汚濁調査結果を勘案して、霞川流域の汚濁流達率求めた。

4.1 汚濁排出負荷量

県内の霞川流域での排出負荷量を、表12、表13に示す。また表14では、表13の各計に占める割合を示す。昭和58年度には、57年度と比べ僅かな増加が見られるものの、両年ではほとんど変わらない。負荷量の内訳は、生活系が排水量、BODの7割強を占める。また、畜産系は、排水量が約2%であるにもかかわらず、

表10 霞川水域汚濁調査結果

(昭和58年度)

年月日 時間	昭和58年7月26日~27日					昭和59年3月29日~30日					備考
	10	16	22	4	平均値	11	16	22	4	平均値	
A 村原橋 (9.8km)	pH	7.5	7.1	7.4	7.5	7.4	7.2	7.1	7.2	7.2	都塚(全了橋) 下流約300m
	EC	350	290	260	270	290	320	460	340	310	
	TOC	3.4	3.6	3.9	4.0	3.7	4.2	5.3	4.6	4.4	
	IC	15	15	15	16	15	22	26	10	10	
	流量	0.20	0.12	0.13	0.17	0.16	0.11	0.13	0.12	0.07	
B 大橋 (9.4km)	pH	7.3	7.3	7.1	7.4	7.3	7.0	7.1	7.0	7.1	八幡橋 合流後
	EC	350	300	280	270	300	370	490	340	310	
	TOC	6.5	4.1	3.9	3.3	4.5	6.0	6.4	6.6	4.6	
	IC	16	14	16	16	16	25	25	15	11	
	流量	0.21	0.16	0.19	0.12	0.17	0.16	0.15	0.19	0.09	
C 中橋 (7.6km)	pH	7.7	7.7	7.4	7.4	7.6	7.3	7.3	7.1	7.2	
	EC	280	300	310	280	290	360	400	390	350	
	TOC	4.0	3.6	4.1	3.6	3.8	6.2	5.7	6.4	4.8	
	IC	15	15	16	17	16	23	22	14	10	
	流量	0.37	0.18	0.28	0.22	0.26	0.16	0.17	0.08	0.15	
D 境橋 (5.2km)	pH	7.5	7.5	7.4	7.5	7.5	7.2	7.5	7.2	7.3	武蔵工業用地 排水口下流
	EC	340	410	350	370	370	370	370	400	390	
	TOC	4.2	5.7	4.1	3.5	4.4	5.5	5.7	5.7	5.3	
	IC	16	16	17	17	17	21	23	13	12	
	流量	0.39	0.23	—	—	0.31	0.11	0.14	—	—	
E 万年橋 (0.8km)	pH	7.4	7.6	7.5	7.6	7.5	7.0	7.2	7.1	7.4	大和橋(流下) 下流約500m 小間水路下流
	EC	330	390	440	370	380	480	510	500	510	
	TOC	6.7	4.9	5.6	4.0	5.3	8.6	7.1	7.5	5.5	
	IC	16	15	15	16	16	27	25	17	12	
	流量	0.49	0.39	0.43	0.32	0.41	0.35	0.30	0.29	0.18	
小間水路	流量	0.39	0.38	—	—	0.39					

(1) ()内は人間川合流点までの距離を小さ。 単位: EC $\mu\text{s/cm}$, TOC-IC mg/l , 流量 m^3/s

表11 霞川流域におけるTOC流量

(昭和58年度)

年月日 時間	昭和58年7月26日・27日					平均値	率(%)
	10	16	22	4			
A 村原橋	0.68	0.43	0.51	0.68	0.58	26.1	
B 大橋	1.37	0.66	0.74	0.40	0.79	35.6	
C 中橋	1.48	0.65	1.15	0.79	1.02	45.9	
D 境橋	1.64	1.31	—	—	1.48	66.7	
E 万年橋	3.28	1.91	2.41	1.28	2.22	100	

年月日 時間	昭和59年3月29日・30日					平均値	率(%)
	11	16	22	4			
A 村原橋	0.46	0.69	0.55	0.31	0.50	24.0	
B 大橋	0.96	0.96	1.25	0.41	0.90	43.3	
C 中橋	0.99	0.97	0.51	0.72	0.80	38.5	
D 境橋	0.61	0.80	—	—	0.70	33.7	
E 万年橋	3.01	2.13	2.18	0.99	2.08	100	

(1) 率はEに対する割合を小さ

単位: g/s

BODの約16%、Pの約54%を占めるなどの特徴を有する。

なお、生活系に占める未処理の雑排水の割合は、排水量の約58%、BODの約89%を占めており、これは全負荷量の約42%、約66%にあたる。

4.2 汚濁流達率

霞川下流部を流下する汚濁物質総量は、表4に示した通り、年度及び月によって大きく変動しており、

BODを見ると月間値が年度平均値の2倍以上、また年度平均値が年度により約2倍になる変化をすることが分かる。従って、排出負荷量はほとんど変化しないことから、算出される流達率には上記の変動がそのまま反映されることになる。

ここでは、霞川流域の県内域からの年度平均流率を求める方法として、前掲表11より県外流域分(約37%)及び、定点採水時間(午前11時頃)に係る調整係数を設定した。表15に示す方式を採用して算出した

結果を、表16に示す。BODの流達率は約19%~41%の値を取り、全体としてT-Nが高く、SS、T-Pが低い。なお、換算流量（56~58年度）は、流域の県内排水負荷量を超えている。

ここで、前出のBODの流達率を求める簡便式¹¹⁾から霞川の流達率を計算すると、20%及び35%の値となり前述の年度平均値から算出した値とほぼ一致すること

が分かる。

一方、流域から流出する汚濁物質の量は、流量と関係があるので、流量に関する特徴を十分に把握することが重要になる。表17に年度平均流量と降水量の関係を示す。その結果、霞川下流部定点で観測される年度平均流量は、降水量と排水負荷量の和の約2~3割にあたること分かった。

表12 霞川流域（埼玉県内）の汚濁物質排出負荷量（昭和57年度）

項目	排水量	BOD	COD	SS	N	P
生活系	73.5	75.5	62.5	57.1	61.7	33.3
産業系	25.0	7.8	9.5	14.0	13.0	12.1
畜産系	1.5	15.7	26.5	28.9	24.9	53.8
合計	12.096	1.402	1.006	2.838	386	132

山川全長 約15.7km
 県内 約10.1km（人間市内）
 県内流域面積 1,490ha
 夜間人口 42,182人

注) 分項欄には合計に占める率の割合を%で示し、合計欄は水量をm³その他をkgの単位で一日の総量として示す。

（埼玉県水質情報システムによる）

表13 霞川流域（埼玉県内）の汚濁物質発生源別排出負荷量

系	区分	単位	排水量	BOD	COD	SS	N	P	
生活系	生活排水合計		40,567	1,114	665	1,511	266	16	
	浄化槽計		24,345	3,963	123	151	199	180	14
	合併 >501		10,993	2,735	33	57	82	87	13
	合併 500		2,800	700	42	41	55	22	0
	単独 500		10,552	528	48	53	62	71	1
	雑排水計		26,774	5,355	991	514	1,312	86	2
産業系	産業排水合計		36	3,090	131	96	499	52	17
	畜産排水合計		10,160	202	240	287	905	107	75
畜産系	牛		846	76	54	45	253	32	5
	豚		9,318	126	186	242	652	75	70
その他系	その他 合計		1,490	14	13		3	1	
	山林		160		1				
	その他		1,330	13	13		3	1	
合計			12,610	1,499	1,061	2,915	428	109	

注) 単位 生活系 人 排水量 ton/日 汚濁物質 kg/日
 産業系 件
 畜産系 頭
 その他: ha

表14 霞川流域（埼玉県内）の汚濁物質発生源別排出負荷寄与率

系	区分	単位	排水量	BOD	COD	SS	N	P	BOD/COD	N/P	
生活系	生活排水合計		73.9	74.3	62.7	51.8	62.1	14.7	1.68	16.6	
	浄化槽計		60.0	42.5	11.0	22.7	13.2	67.7	87.5	0.81	12.9
	合併 >501		27.1	29.4	3.0	8.6	5.4	32.7	81.3	0.58	6.7
	合併 500		6.9	7.5	3.8	6.2	3.6	8.3		1.24	
	単独 500		26.0	5.7	4.3	8.0	4.1	26.7	6.3	0.91	7.1
	雑排水計		66.0	57.5	89.0	77.3	86.8	32.3	12.5	1.93	43
産業系	産業排水合計		24.5	8.7	9.0	17.1	12.1	15.6	1.36	3.1	
	畜産排水合計		1.6	16.0	27.0	31.0	25.0	68.8	0.84	1.4	
畜産系	牛		8.3	37.6	22.5	15.7	28.0	29.9	6.7	1.20	6.4
	豚		91.7	62.4	77.5	84.3	72.0	70.1	93.3	0.77	1.1
その他系	その他 合計			0.9	1.2		0.7	0.9	1.08	3.0	
	山林		10.7	7.7							
	その他		89.3	92.3	100		100	100	1.00	3.0	
合計			100	100	100	100	100	100	1.41	3.9	

注) 系の合計欄は合計に占める割合(%)
 その他の欄は系別の合計に占める割合(%)

表15 霞川・大和橋の定期水質測定結果から、霞川を流下する汚濁物質の年度平均総量の試算方法

《前提条件》

- ・霞川水域における汚濁物質(BOD他)等の地点・時間変化の特徴は、本調査結果(TOC他)で代表されている。
- ・定点の大和橋、本調査最下流地点の万年橋とも、霞川の最下流地点の水質を表している。

$$\left[\begin{array}{c} \text{汚濁物質} \\ \text{年度毎} \\ \text{平均量} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{月毎汚濁量} \\ \text{年度毎平均量} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{日平均量} \\ \text{定期採水時} \\ \text{汚濁量} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{最下流地点 最上流地点} \\ \text{汚濁量 県境流入量} \\ \text{最下流地点汚濁量} \end{array} \right]$$

(午前) (午前) (日平均量)
 大和橋 万年橋 万年橋一柱原橋
 M C ft fa

調整係数 (昭和58年度)

項目	ケース	夏			冬			年間(平均値)		
		ft	fa	ft/fa	ft	fa	ft/fa	ft	fa	ft/fa
汚濁量	B	0.68	0.66	0.45	0.69	0.60	0.41	0.68	0.63	0.43
	A	0.68	0.74	0.50	0.69	0.76	0.52	0.68	0.75	0.51
流量	B	0.65	0.59	0.38	0.80	0.49	0.39	0.73	0.54	0.39
	A	0.65	0.61	0.40	0.80	0.61	0.49	0.73	0.61	0.45

注) ケースAは県境のA地点を基準とした場合の値
 ケースBは八幡堀の県外分を補正した場合の値を示す。

表16 霞川における汚濁物質総量の年度平均値と流達率 (昭和56年度～58年度)

項目	56		57		58	
	実測値	修正値	実測値	修正値	実測値	修正値
BOD	610	262 (18.7)	1,337	575 (41.0)	797	343 (24.5)
COD	418	180 (17.9)	985	424 (42.1)	584	250 (24.9)
SS	719	309 (10.9)	2,328	1,001 (35.3)	590	254 (8.9)
T-N	274	118 (30.6)	544	234 (60.6)	350	151 (39.1)
T-P	42	18 (13.6)	55	24 (18.2)	33	14 (10.6)
NH ₄ -P	91	39	115	49	116	50
PO ₄ ³⁻ -P	24	10	23	10	21	9
Cl ⁻	1,264	544	1,678	722	1,398	601
MBAS	35	15	44	19	41	18
流量	41,472	16,174 (134)	72,576	28,305 (234)	44,928	17,522 (145)

単位：流量 ml/日、その他 kg/日
 注) 修正値は表15のBケースの係数によるもの
 ()内は表12の負荷量(県内分)に対する割合を%で示す。

表17 霞川水域(埼玉県内)り流量に関する特徴 (昭和53年度～59年度)

年度	53	54	55	56	57	58	59
年降水量 (mm/年)	970	1,578	1,287	1,315	1,878	1,352	816
年集水量 (万m ³ /年)	1,445	2,351	1,917	1,959	2,798	2,014	1,216
年度平均測 (m ³ /秒)	0.57	0.57	0.47	0.48	0.84	0.52	0.30
年度平均測定流量 (万m ³ /年)	1,797	1,797	1,482	1,513	2,649	1,639	923
修正値 (万m ³ /年)	701	701	578	590	1,033	639	360
年度流量負荷 (万m ³ /年)	1,886	2,792	2,358	2,400	3,239	2,455	1,658
年度平均流出率 (%)	37.1	25.1	24.5	24.5	31.8	26.0	21.7

注) ・年降水量は飯能市における暦年の値
 ・年集水量は霞川流域県内分14.9km²のもの
 ・測定流量は大和橋における毎月の値の平均値
 ・年度流量負荷は年集水量に霞川流域県内分の排水負荷量441.5万m³/年(12,096m³/日)を加えたもの
 ・年度平均流出率は測定流量(修正値)を年度流量負荷で割ったもの
 ・修正値は霞川水域における日変化及び県外流入分の調整係数0.39を掛けたもの

5 まとめ

- (1) 毎月行われている、霞川の定期水質測定結果から、以下の特徴が見出された。
 - ア 汚濁物質濃には、4月頃から11月頃が低く、12月から3月が高いといった年周期が見られ、特にBOD、NH₄-Nにはこの特徴が明らかである。
 - イ BOD、COD、T-Nの年度毎の流下総量は、年度平均流量にほぼ比例するが、NH₄-N、PO₄-P、MBASのそれは流量に関係なくほぼ一定の値を示す。
 - ウ 霞川の流量及びBOD流量は、霞川合流後の入間川の約10～30%及び約60%にあたる。
 - エ BOD/COD、NH₄-N/T-N、MBAS/T-Pの比には、霞川の汚濁排出源の特徴が見られ、生活排水の影響の強いことが認められる。
- (2) 霞川最下流部の流量の約46%、TOC汚濁量の約37%に相当する量が、県内上流部の都県境から流入していることが分かった。これは、流域面積の県外分の割合約40%にほぼ見合っている。
- (3) 霞川下流部の定点における採水時間等を勘案したBOD年度平均総量より求めた流達率は、19%～

41%であった。この値は、流域の特性から流達率を推定する簡便式の値と、ほぼ一致していることが認められた。

文 献

- 1) 埼玉県環境部：水質環境情報システム（1982）
- 2) 埼玉県環境部：公共用水域水質測定結果（資料編）（1979～1985）
- 3) 山根敦子他：生活排水に占める洗濯洗剤に由来する汚濁負荷，下水道協会誌，18（11），11～19（1981）
- 4) 須藤隆一：雑排水をどうするか，用水と廃水，25（4），365～371（1983）
- 5) 日本石鹼洗剤工業会：水質年報，第7号（1981）
- 6) 日高伸・柴英雄：農業用水の水質汚濁の実態と水質変動要因の解析，埼玉県農業試験場研究報告，39号，79～102（1983）
- 7) 東京都水道局：水道水源流域環境図－荒川水系－昭和53年
- 8) 埼玉県土木部：埼玉県排水路網図その2，昭和50年
- 9) 溝呂木昇：水質予測計算入門（Ⅳ），公害と対策，15（5），718～725（1979）
- 10) 和田安彦ら：河川管理における汚濁流達率の研究（1）・（2），用水と廃水，18（2）・（3），179～188，312～320（1976）
- 11) 日本下水道協会：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説，昭和58年