

## 都内河川におけるN-BOD測定(その2) ——多摩川のN-BOD測定結果——

津久井 公昭 山崎 正夫

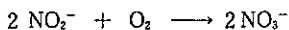
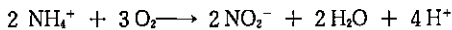
### 要 旨

多摩川のN-BODに関して実態調査を行った。その結果、次のことが判明した。

- ① 上流部(羽村堰, 拝島橋)では, BOD, アンモニア濃度とも低値で, N-BODにかかる問題は, ほとんど生じない。
- ② 中流域(多摩川原橋, 調布取水堰)では, N-BODが顕著に現れる。多摩川原橋においては, BOD中のN-BODの比率が38~77%(年平均62%)と, かなり高い値が得られた。
- ③ 下流域(大師橋)では, アンモニアが存在するのにもかかわらず, N-BODとしては出てこない現象が見られた。
- ④ N-BOD測定と並行して, アンモニア濃度の経時変化を分析した。これによって, 硝化の進行状況とN-BOD出現の様相が確認できた。

### 1 はじめに

BODは, 水質汚濁の指標として, 広く一般社会にも浸透している。BODは, 溶存酸素(DO)の消費量により測定され, そしてその実体は, 有機物であると理解されている。しかし, 実際は有機物だけでなく, アンモニアも関係し, 時にはアンモニアに由来する分が有機物に由来する分をしのぐこともある。このことは専門分野の人々を除き, 一般には意外に知られていない。



上式で見るように, アンモニアは, 硝化菌の働きで, 亜硝酸を経て硝酸まで酸化(硝化という)される。硝化反応で酸素が消費され, BOD測定時であれば, BOD値として算定される。上式によれば, アンモニア(NH<sub>4</sub>-N) 1mg/lが亜硝酸(NO<sub>2</sub>-N)まで硝化される過程でDOを3.43mg/l消費し, 更に亜硝酸から硝酸(NO<sub>3</sub>-N)まで硝化される過程でDOを1.14mg/l消費する。したがって, アンモニア1mg/lが硝酸まで完全に硝化されたとすると, BOD 4.57mg/lに相当する酸素消費が生じることになる。仮にアンモニア濃度が2.2mg/lであれば, BODで10mgになる。これは環境基準E類型(表1参

表1 環境基準値(BOD)

項目 類 型	BOD
AA	1 mg/l 以下
A	2 mg/l 以下
B	3 mg/l 以下
C	5 mg/l 以下
D	8 mg/l 以下
E	10mg/l 以下

照)に相当し, その影響の大きさがよく分かる。以下, BODの構成要素の中で, 有機物に由来するBODをC-BODとし, アンモニアに由来するBODをN-BODとする。従来, 河川水のBOD測定に際しては, 硝化菌の増殖速度が遅いことなどから, N-BODの問題はほとんどないとされていた。しかし, 硝化菌は, 排水処理過程において増加する。下水処理水の流入割合が多くなっている現在の河川水では硝化が起こりやすくなっている可能性が高い。実際に河川のN-BODを測定してみると, N-

BODがBOD中のかなり高い部分を占めていることも多い。河川等公共用水域の水質測定は頻繁に行われているが、N-BODは、ほとんど測定されていない。筆者らは、都市河川の水質評価で、N-BODを把握しておくことの必要性について報告した<sup>1)2)</sup>。ここでは、河川における硝化問題を把握するための基礎資料作成として、多摩川で年間を通したN-BOD調査を行ったので、その結果について報告する。

## 2 調査方法及び分析方法

### (1) 調査地点

調査は多摩川において行った。調査地点は、上流部から下流部までの変遷も考え、清浄な上流域の羽村堰、まだ汚れの少ない拝島橋、河川水中に下水処理水の占める割合が多い中流域の多摩川原橋と調布取水堰、そして河口部の大師橋の計5地点とした。

St. 1 羽村堰 (環境基準類型指定 A)

St. 2 拝島橋 (A)

St. 3 多摩川原橋 (C)

St. 4 調布取水堰 (C)

St. 5 大師橋 (D)

### (2) 調査期間及び回数

1991年8月から1992年7月まで10回の調査を行った。(第2回調査については、調査中に降雨があったため、St. 4以降の調査は中止した。)

### (3) 分析方法

ア BOD, N-BOD, C-BOD : 工場排水試験方法 (JIS K 0102)<sup>3)</sup>による。BOD測定と並行して、アリルチオ尿素(ATU)を添加して硝化を抑制したBODすなわちC-BODを測定する。BOD値からC-BOD値を差引き、N-BOD値とする。ATUの作用は、アンモニアから亜硝酸への硝化を阻害することであり、最初から存在している亜硝酸の硝化によるDO消費分は、C-BODに含まれることになるが、亜硝酸は通常少量なので、この分については無視することにした。

イ 窒素化合物 : アンモニア性窒素(NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸性窒素(NO<sub>2</sub>-N)及び硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)についてはGF/Cでろ過した後、全窒素(T-N)についてはペルオキシ二硫酸カリウム分解した後、いずれもオートアナライザーによる自動分析法で分析した。なお、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N及びNO<sub>3</sub>-Nの合計を無機性窒素(I

-N)とした。

ウ pH, DO, COD, SS : 工場排水試験方法による。

エ リン化合物 : リン酸性りん(PO<sub>4</sub>-P)についてはGF/Cでろ過した後、全りん(T-P)についてはペルオキシ二硫酸カリウム分解した後、いずれもオートアナライザーによる自動分析法で分析した。

オ 電気伝導率 : 電気伝導率計で測定した。

## 3 結果と考察

調査結果を表2①~⑤に示す。図1(1992年1月16日調査)と図2(1992年6月4日調査)にBOD, N-BOD, C-BOD及びアンモニアについて、上流から下流にかけての縦断変化を示す。全体の傾向を見ると、各項目とも多摩川原橋(以下St. 3)で急激な上昇を示した後、低下をみせている。

### (1) 羽村堰, 拝島橋

全調査地点の中で、羽村堰(以下St. 1)は、最も清浄な水域である。年間を通してBODは、0.1~0.3mg/ℓ

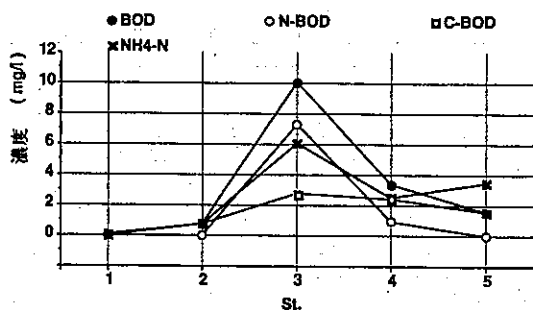


図1 縦断変化 (1992.1.16)

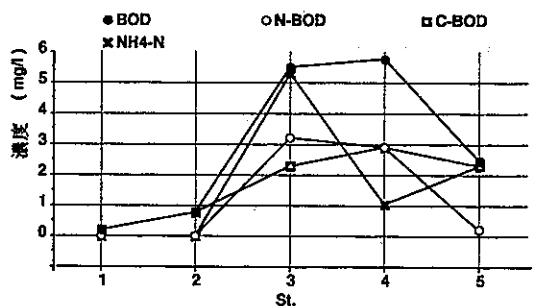


図2 縦断変化 (1992.6.4)

表2-① St.1 羽村堰

項目	日時	1991.8.14	1991.10.17	1991.11.14	1991.12.12	1992.1.16	1992.2.13	1992.4.9	1992.5.7	1992.6.4	1992.7.9	平均
		11:40	10:45	10:55	11:15	11:05	10:35	10:55	10:50	11:05	10:45	
BOD	mg/l	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
N-BOD	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C-BOD	mg/l	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
NH4-N	mg/l	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO2-N	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO3-N	mg/l	0.80	0.75	0.52	0.55	0.51	0.49	0.53	0.39	0.44	0.57	0.56
I-N	mg/l	0.81	0.75	0.52	0.55	0.51	0.49	0.53	0.39	0.44	0.57	0.56
T-N	mg/l	0.83	0.77	0.52	0.58	0.51	0.53	0.57	0.44	0.54	0.58	0.59
水温	C	17.6	14.3	12.2	8.7	6.9	8.0	13.0	10.9	17.1	17.9	12.7
pH		8.4	8.4	8.7	8.2	8.5	8.3	8.5	8.9	8.0	8.4	8.4
DO	mg/l	10.4	10.2	11.9	11.3	13.3	13.0	12.2	12.3	10.4	10.6	11.6
COD	mg/l	1.4	0.7	0.8	0.7	0.7	1.4	1.0	1.1	1.2	0.3	0.9
SS	mg/l	1.8	16.7	2.8	0.9	0.9	42.6	3.7	1.5	2.3	0.5	7.4
PO4-P	mg/l	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
T-P	mg/l	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
電気伝導率	uS/cm	105	98	90	98	90	88	89	84	93	92	93
硝化寄与率		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
硝化率		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表2-② St.2 拝島橋

項目	日時	1991.8.14	1991.10.17	1991.11.14	1991.12.12	1992.1.16	1992.2.13	1992.4.9	1992.5.7	1992.6.4	1992.7.9	平均
		13:05	11:40	12:45	12:40	12:35	12:05	12:30	12:20	12:30	11:30	
BOD	mg/l	0.6	0.2	0.5	1.0	0.8	1.1	0.3	0.9	0.8	0.5	0.7
N-BOD	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C-BOD	mg/l	0.6	0.2	0.5	0.7	0.8	1.0	0.3	0.9	0.8	0.5	0.6
NH4-N	mg/l	0.05	0.01	0.15	0.39	0.76	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
NO2-N	mg/l	0.01	0.00	0.04	0.07	0.04	0.05	0.01	0.03	0.01	0.00	0.03
NO3-N	mg/l	1.94	1.42	2.03	2.00	2.15	2.25	1.52	1.74	1.18	1.60	1.78
I-N	mg/l	2.00	1.43	2.22	2.46	2.95	2.86	1.53	1.77	1.19	1.60	2.00
T-N	mg/l	2.07	1.45	2.22	2.54	3.04	3.03	1.61	1.92	1.35	1.67	2.09
水温	C	21.9	14.8	11.4	8.1	5.1	7.9	14.2	14.4	20.8	21.5	14.0
pH		8.0	7.8	8.2	7.8	7.8	7.7	8.2	8.5	8.3	8.4	8.1
DO	mg/l	9.7	10.1	12.1	10.8	12.2	11.2	12.2	11.8	11.7	10.4	11.2
COD	mg/l	1.9	0.9	1.7	1.7	2.1	2.4	1.4	2.4	2.7	0.8	1.8
SS	mg/l	7.4	20.4	1.6	2.7	2.8	3.3	4.3	4.8	6.8	1.8	5.6
PO4-P	mg/l	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02
T-P	mg/l	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.05	0.02	0.03	0.07	0.02	0.04
電気伝導率	uS/cm	156	114	160	178	183	196	127	166	156	141	158
硝化寄与率		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
硝化率		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

で、この値はBODの測定下限値あるいはそれ以下であり、測定値自体の信頼度は低い、清浄さは明らかである。アンモニアはほとんどなく、N-BODもない。多摩川の水は、St.1でほとんど取水され、それより下流の水は、主として支川からの流入水となる。拝島橋（以下St.2）は、St.1より汚濁が進むが、年間を通してBODは1mg/l以下である。アンモニアが認められる冬季にはN-BODがわずかに出ているようであるが、夏期には、アンモニアも0.05mg/l以下と少なく、N-BODも出していない。上流部のSt.1とSt.2では、BOD、アンモニア濃度とも低値で、N-BODにかかる問題は、ほとんど

生じないと言える。

(2) 多摩川原橋、調布取水堰

多摩川原橋（以下St.3）に至って、硝化の存在と影響が明白にでてくる。図1においてSt.3のBODは、10.1mg/lであるが、その中にN-BODが7.3mg/lあり、硝化寄与率（BOD中に占めるN-BODの割合）が72%で、有機物に由来するC-BODは28%を占めるに過ぎない。アンモニア濃度は6.09mg/lであり、完全に硝化されたとすれば、この分からのBODは27.8mg/lになるが、実際に得られたN-BODは7.3mg/lであり、硝化率（硝化されたアンモニアの割合。ここでは、{N-BOD / (4.57 ×

表2-③ St.3 多摩川原橋

項目	日時	1991.8.14	1991.10.17	1991.11.14	1991.12.12	1992.1.16	1992.2.13	1992.4.9	1992.5.7	1992.6.4	1992.7.9	平均
		14:10	12:25	13:40	13:20	13:15	13:00	13:20	13:25	13:35	13:10	
BOD	mg/l	1.8	2.4	3.9	10.2	10.1	10.4	5.6	6.6	5.5	5.6	6.4
N-BOD	mg/l	1.0	0.9	2.3	7.9	7.3	7.3	3.8	3.8	3.2	3.6	4.3
C-BOD	mg/l	0.8	1.5	1.6	2.3	2.8	3.1	1.8	2.8	2.3	2.0	2.1
NH4-N	mg/l	0.53	0.50	1.24	1.99	6.09	6.00	2.66	3.04	5.31	1.51	2.76
NO2-N	mg/l	0.44	0.07	0.45	0.70	0.65	0.76	0.35	0.71	0.47	0.65	0.52
NO3-N	mg/l	3.25	3.41	4.48	4.79	4.27	4.01	3.02	4.03	2.46	2.98	3.91
I-N	mg/l	4.22	3.98	6.17	7.48	11.01	10.77	6.03	7.78	8.24	5.14	7.18
T-N	mg/l	4.51	4.20	6.67	7.85	11.9	12.2	6.75	8.36	9.39	5.90	7.81
水温	C	25.7	16.7	15.8	14.0	12.2	14.3	18.5	17.4	25.2	25.6	16.8
pH		7.3	7.3	7.4	7.2	7.3	7.3	7.4	7.3	7.2	7.4	7.3
DO	mg/l	7.3	9.2	9.2	7.6	8.8	9.1	9.1	9.3	8.4	9.0	8.7
COD	mg/l	4.3	2.7	4.8	6.6	7.7	8.6	5.5	7.3	7.9	5.3	5.9
SS	mg/l	5.0	14.0	4.1	5.4	10.8	8.7	27.0	8.4	8.6	4.5	10.4
PO4-P	mg/l	0.41	0.14	0.30	0.50	0.37	0.55	0.34	0.71	0.43	0.50	0.42
T-P	mg/l	0.46	0.20	0.42	0.60	0.51	0.72	0.46	0.84	0.56	0.54	0.53
電気伝導率	uS/cm	267	212	318	408	441	483	299	363	406	314	349
硝化寄与率		58	38	59	77	72	70	68	58	58	64	62
硝化率		41	39	41	87	26	27	31	27	13	52	40

表2-④ St.4 調布取水堰

項目	日時	1991.8.14	1991.10.17	1991.11.14	1991.12.12	1992.1.16	1992.2.13	1992.4.9	1992.5.7	1992.6.4	1992.7.9	平均
		15:00		14:40	14:15	14:05	13:50	14:45	14:25	14:25	14:10	
BOD	mg/l	2.3	降雨中止	1.7	3.7	3.4	4.3	13.9	4.9	5.8	3.0	4.8
N-BOD	mg/l	0.6	—	0.3	1.8	1.0	1.2	8.5	1.9	2.9	0.1	2.0
C-BOD	mg/l	1.7	—	1.4	1.9	2.4	3.1	5.4	3.0	2.9	2.9	2.7
NH4-N	mg/l	0.23	—	0.72	1.04	2.52	2.66	1.61	1.20	1.06	0.17	1.25
NO2-N	mg/l	0.17	—	0.38	0.29	0.24	0.30	0.28	0.45	0.45	0.30	0.32
NO3-N	mg/l	3.05	—	5.16	5.79	5.66	5.27	3.55	4.16	3.66	3.69	4.44
I-N	mg/l	3.45	—	6.26	7.12	8.42	8.23	5.44	5.81	5.17	4.16	6.01
T-N	mg/l	3.79	—	6.52	7.44	8.80	8.77	6.37	6.36	5.77	4.59	6.49
水温	C	25.5	—	15.0	11.2	8.1	11.7	18.0	15.9	25.7	27.9	17.8
pH		7.2	—	7.5	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5	7.3	7.6	7.4
DO	mg/l	6.7	—	9.3	7.3	9.2	8.8	8.7	10.0	8.5	9.3	8.6
COD	mg/l	4.8	—	4.1	5.0	5.8	6.7	8.8	6.3	7.7	4.4	6.0
SS	mg/l	12.6	—	2.8	5.5	3.3	5.4	124	11.0	51.7	6.4	24.7
PO4-P	mg/l	0.21	—	0.24	0.34	0.35	0.41	0.20	0.43	0.30	0.23	0.30
T-P	mg/l	0.28	—	0.29	0.41	0.45	0.53	0.28	0.54	0.45	0.30	0.39
電気伝導率	uS/cm	239	—	308	356	369	383	276	321	330	288	319
硝化寄与率		26	—	18	49	29	28	61	39	50	3	34
硝化率		57	—	9	36	9	10	116	35	60	13	38

NH<sub>4</sub>-N} ×100 を硝化率とした。亜硝酸分については、通常少量なので省略した。)は26%となり、一部のアンモニアしか消費されていないことが分かる。図2においても St.3 の BOD は5.5mg/l、N-BOD は3.2mg/l であり硝化寄与率は58%と高い。しかし、アンモニア濃度は5.31mg/l であるので、硝化率としては13%に過ぎない。図3に St.3 の年間変化を示す。全体の傾向として、冬期に高く、夏期に低い。BOD をみると12月、1月、2月は10mg/l を越えている。これらの3カ月のN-BOD は7.3~7.9mg/l で、硝化寄与率は70~77%であり、BOD が10mg/l を越えていることの実態は、N-BOD の

存在にあると言える。硝化寄与率を年間を通して見ると38~77%であり、常に硝化によるN-BOD がBOD のかなりの部分を占めている。C-BOD は、年間で0.8~3.1mg/l、年平均で2.1mg/l であり、C-BOD だけであれば、環境基準の類型Bが見込めることになる。しかし、N-BOD の存在のために、BOD の年平均値は6.4mg/l となり、類型Cを満たしていない。アンモニア濃度は年間0.50~6.09mg/l (平均2.76mg/l) であるが、硝化率は年間13~87% (平均40%) であり、アンモニアの全量は消費されていない。

St.3におけるN-BOD、硝化寄与率及び硝化率に対す

表2-⑤ St.5 大師橋

項目	日時	1991.8.15	1991.10.17	1991.11.14	1991.12.12	1992.1.16	1992.2.13	1992.4.9	1992.5.7	1992.6.4	1992.7.9	平均
		15:40	15:40	15:40	15:05	15:05	14:50	15:35	15:25	15:20	14:55	
BOD	mg/l	2.3	降雨中止	1.0	1.3	1.6	2.5	1.5	25.0	2.5	5.2	4.8
N-BOD	mg/l	0.2	—	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1
C-BOD	mg/l	2.1	—	1.0	1.2	1.6	2.4	1.3	25.0	2.3	5.2	4.7
NH4-N	mg/l	1.33	—	1.62	2.60	3.45	3.56	2.11	1.80	2.32	1.41	2.24
NO2-N	mg/l	0.23	—	0.35	0.26	0.29	0.27	0.26	0.39	0.30	0.28	0.29
NO3-N	mg/l	1.90	—	4.24	4.00	4.31	3.67	2.79	2.59	1.99	2.71	3.13
I-N	mg/l	3.46	—	6.21	6.86	8.05	7.50	5.16	4.78	4.61	4.40	5.67
T-N	mg/l	4.09	—	6.26	6.93	8.30	7.68	5.37	7.81	4.90	5.07	6.27
水温	C	26.1	—	15.2	11.9	8.4	12.5	16.7	16.7	24.2	27.5	17.69
pH		7.1	—	7.3	7.4	7.5	8.0	7.3	8.0	7.0	7.9	7.5
DO	mg/l	4.0	—	7.7	7.7	10.6	13.9	7.6	11.7	5.4	9.8	8.7
COD	mg/l	5.7	—	4.2	4.0	5.3	5.7	4.9	20.1	5.7	5.3	6.6
SS	mg/l	14.2	—	5.7	4.4	2.8	3.7	18.2	36.0	18.4	13.4	13.0
PO4-P	mg/l	0.19	—	0.22	0.28	0.30	0.24	0.18	0.22	0.19	0.21	0.23
T-P	mg/l	0.27	—	0.27	0.32	0.38	0.33	0.26	0.77	0.30	0.31	0.36
電気伝導率	uS/cm	6510	—	6760	15800	13400	14600	10300	16100	19900	10500	12700
塩分		3.5	—	3.7	10.0	7.6	8.9	6.2	9.8	12.6	6.4	7.6
硝化寄与率		9	—	0	8	0	4	13	0	8	0	5
硝化率		3	—	0	1	0	1	2	0	2	0	1

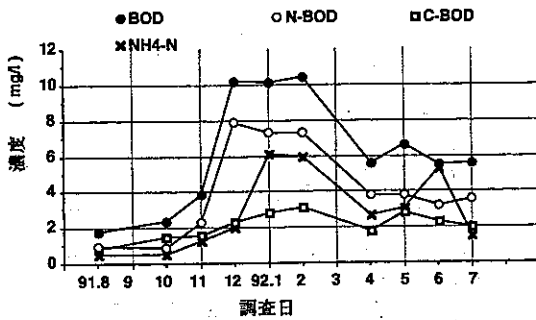


図3 年間変化 (St.3 多摩川原橋)

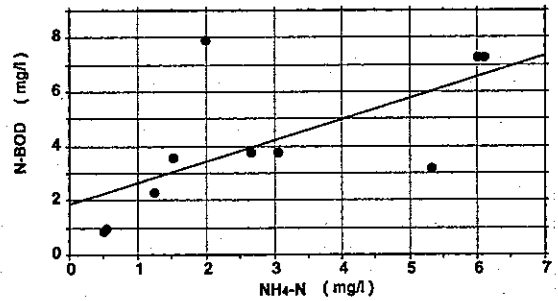


図4 NH<sub>4</sub>-NとN-BODの相関

るアンモニアの相関を図4～図6に示す。アンモニア濃度が高くなるにつれ、N-BOD (相関係数  $r=0.662$ ) と硝化寄与率 ( $r=0.495$ ) は高くなる傾向が、硝化率 ( $r=-0.538$ ) は低くなる傾向がみられる。

調布取水堰 (以下 St.4) においては、硝化寄与率が年間で3～61%、年平均値が34%と、St.3よりは低下するが、依然としてN-BODの比率が高く、硝化の影響が大きいと言える。

図2において、St.3とSt.4のN-BODは、それぞれ3.2mg/lと2.9mg/lであり大差ない。アンモニア濃度はSt.3が5.31mg/lであるのに対して、St.4では1.25mg/lしかないが、5日目までに消費されたアンモニア量は同程度であったことになる。後述の図8～図11でも明らかに、BOD培養終了日の5日目では、通常、アンモ

ニアの一部しか消費されていない。N-BODは、5日目までのアンモニア消費量を示すが、アンモニアの初期濃度ではなく、硝化菌の初期存在量に支配されると考えられる。BOD検水中の硝化菌の起源は、排水に含まれるものと河床で増殖しているものの二つが考えられるが、実態の解明は今後の課題である。

(3) 大師橋

大師橋 (以下 St.5) ではBODが低下するとともに、硝化寄与率の年平均値が5%と、上流のSt.3、St.4と比較して、N-BODがほとんどなくなる。(硝化の進行の様相については、後述の図10、図11参照のこと。) 図7にSt.5の年間変化を示す。N-BODは0～0.2mg/lと常に低く、季節にかかわらず、BODとC-BODはほとんど一致する。なお、5月のBOD25.0mg/lは赤潮の発生のた

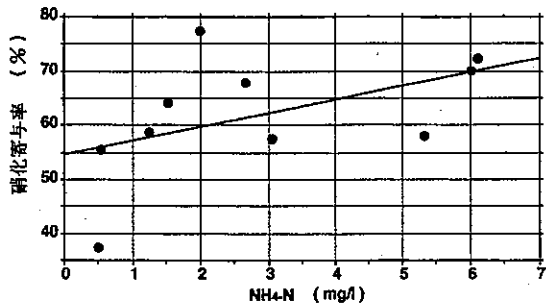


図5 NH<sub>4</sub>-Nと硝化寄与率の相関

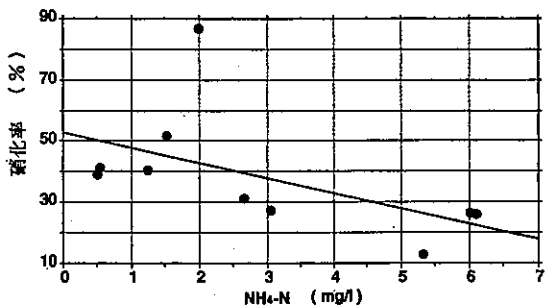


図6 NH<sub>4</sub>-Nと硝化率の相関

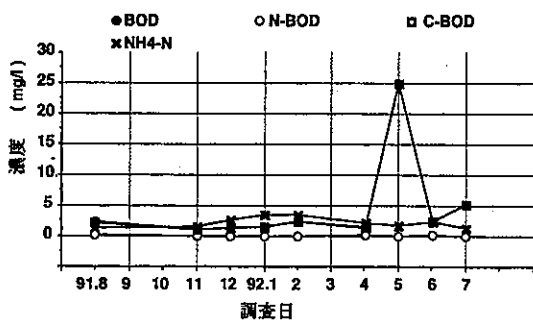


図7 年間変化 (St.5 大師橋)

めである。このとき、N-BODは0 mg/lであった。硝化の起こる条件としては、①アンモニアがあること、②硝化菌が存在すること、③硝化菌が増殖しやすい環境であること、等があげられる。St.5のアンモニア濃度は、年平均値で2.24mg/lであり、St.3のそれが2.76mg/l、St.4のそれが1.25mg/lであるのと比較して少なくない。St.5でN-BODが小さい原因としては、硝化菌の存在量が少ないことが考えられる。St.5は河口の感潮域である

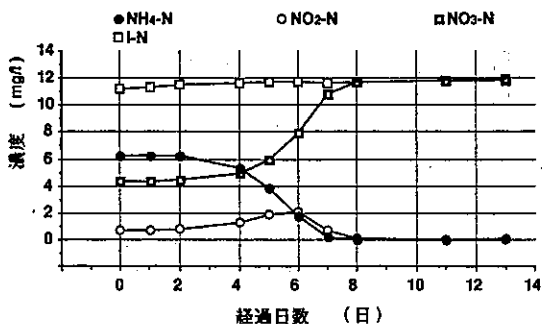


図8 硝化の進行 (St.3 多摩川原橋 (1992.1.16))

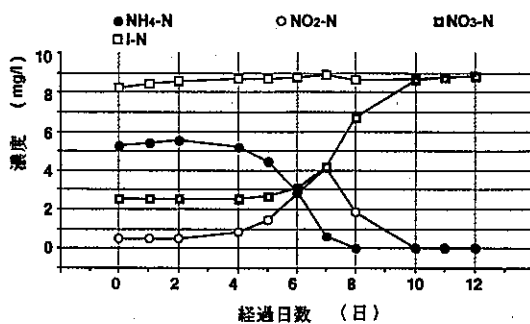


図9 硝化の進行 (St.3 多摩川原橋 (1992.6.4))

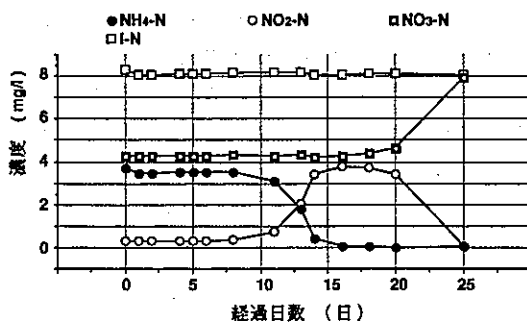


図10 硝化の進行 (St.5 大師橋 (1992.1.16))

ので、①硝化菌がSSとともに沈降して、水中から除かれる、②中流域より流れが穏やかで、硝化菌が河床から水中へ遊離しにくい、③流下してきた硝化菌が、塩分濃度が高いため、増殖しにくくなる、等が考えられるが、このことも今後の検討課題である。

(4) 硝化の進行状況の把握

BOD測定中のアンモニア等窒素化合物の変化の様相を把握するために、BOD測定と並行して簡単な実験を

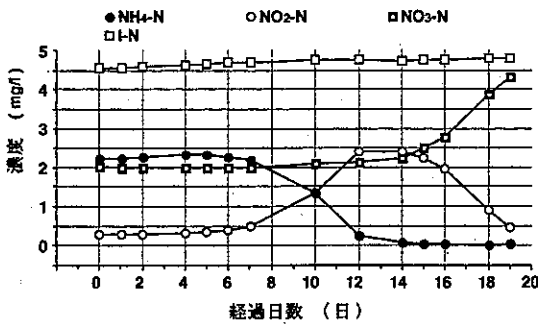


図11 硝化の進行 (St.5 大師橋 (1992.6.4))

行った。方法は次の通りである。300 ml 共栓三角フラスコに、検水200mlを採り、遮光した20℃恒温槽中に静置する。経時的に検水の上澄み3ml採り、分析し、アンモニア等窒素化合物の変化を把握する。

上記の方法は、フラスコの中に空気があり、採水の度に開栓する点がBOD測定と異なるが、結果からみて、BOD測定中の変化を簡便に把握することができたと考えている。

St.3では、常にN-BODが認められる。図8にSt.3の1月検水の実験結果を示す。アンモニアは3日目から減少を始め、7日目にはほとんどなくなる。NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N及びNO<sub>3</sub>-Nを合計したI-Nがほとんど常に一定であることから、この反応は硝化であることが分かる。BODは5日目に培養を終了する。図8において、5日目では、アンモニアは、減少途中であり、それまで減少した部分がN-BODとして測定される。アンモニアの全量が消費されないかぎり、N-BOD値は、アンモニアの初期濃度に比例しない。また、反応の途中時期であれば、変動が大きくなる可能性があり、BOD測定のバラツキの原因にもなると考えられる。図9にSt.3の6月検水の実験結果を示す。アンモニアが減少し始めた時期にBODの5日目がきている。したがって、N-BODとして出るのは、存在するアンモニアの一部に過ぎない。St.5では、N-BODはほとんど認められない。図10にSt.5の1月検水の実験結果を示す。目立ってアンモニアが減少し始めるのは、10日目以降であり、5日目前後に変化は認められない。したがってN-BODは出ない。図11にSt.5の6月検水の実験結果を示す。5日目ではアンモニアのわずかの減少(あるいは亜硝酸の増加)は認められる。N-BOD値0.2mg/lに対応する分である。しかし、

明らかにアンモニアが減少し始めるのは7日目以降であって、BOD測定にはほとんど関係しない。

BOD測定と並行して、三角フラスコを使って、窒素化合物の変化の様相をみる上記の手法は、方法が簡単であり、有用であると考えられる。図8から図11まで、硝化の進行が明快に把握できることが明らかである。なお、図8において、5日目での硝化率は39%であり、このときのBOD測定での硝化率は26%で、多少異なるが、図9では、5日目の硝化率は15%、BOD測定での硝化率は13%であり、よく一致している。また、培養開始からアンモニアが急速に減少する時期までへの時間の長短は、検水中の硝化菌の活性を示すものであり、硝化菌量の把握に使用できるものと考えられる。

#### 4 まとめ

河川水のBODについては、硝化菌の増殖速度が遅いことなどから、N-BODはほとんどないとされていた。しかし、下水処理水等処理された排水の流入が多くなっている現在の河川では、硝化が起りやすくなっている。N-BODに関して多摩川で調査を行い、次の結果を得た。

- ① 多摩川の上流部(羽村堰、拝島橋)では、BOD、アンモニア濃度とも低値で、N-BODにかかる問題は、ほとんど生じない。
- ② 中流域(多摩川原橋、調布取水堰)では、N-BODが顕著に現れる。多摩川原橋においては、BOD中のN-BODの比率が38~77%(年平均62%)と、かなり高い値が得られた。
- ③ 下流域(大師橋)では、アンモニアが存在するにもかかわらず、N-BODとしては出てこない現象が見られた。これは硝化菌の存在量が少ないためと考えられた。

また、BOD測定と並行して、別の手法でアンモニア濃度の経時変化を分析した。これによって、硝化の進行状況とN-BOD出現の様相が確認できた。

なお、今後の課題として、河川内での硝化菌の増殖の実態を解明することの必要性が明らかになった。

#### 参考文献

- 1) 津久井公昭, 山崎正夫: 都内河川におけるN-BOD測定(その1) N-BOD測定について, 東京都環境科学研究所年報1991, p.194~196.

2) 津久井公昭, 山崎正夫: 都内河川水質の特性 N-BOD と AGP について, 東京都環境科学研究所年報 1991-2, p.175~181.

3) 日本規格協会: 日本工業規格 工場排水試験方法 (JIS K 0102) p.47~51 (1986).

---

N-BOD Measurement of Rivers in Tokyo ( II )

Determination of N-BOD in the Tama River

Takaaki Tsukui and Masao Yamazaki

(Abstract)

The measurement of N-BOD (Nitrogenous Biochemical Oxygen Demand) for river waters in the Tama River carried out. The following results were obtained.

1. In the uperstream of the Tama River, the values of BOD and ammonia were low, so the N-BOD problem hardly existed.
2. In the midstream of the Tama River, the N-BOD problem was apparently obsersed. The N-BOD percentage of the BOD in river water at the Tamagawara Bridge was 38 ~ 77% (average value per year: 62%).
3. In the downstream of the Tama River, the N-BOD hardly obserbed in spite of sufficient ammonia concentrations.
4. The relations of nitrification process to N-BOD value were made clear by observations of change of ammonia concentration in waters.