

北海道に於けるBODの経年変化について

北海道工業大学 正員 宇土澤光賢

北海道工業大学 学員 松岡浩一

はしがき

古来人間は、自然現象から種々の災害を受けてきたが、科学、技術の発展によって徐々に克服されてきた。しかし、その反面、科学の発達と生産力の増大によって人間が人間に与える被害、さらには人間が自然に及ぼす被害が生じ始めてきた。現代生活に見られる人間の生活環境の悪化は工業化社会の進展を歴史的背景としており、生活環境破壊の公害を生み出したのである。48年度後半から51年にかけてオイルショックによる影響の為、中小企業が続々倒産をきし、日本経済にとって初めてマイナス成長となり、これによる痛手はかなり大きいものとなった。最近の排水規制の強化で、とくに河川では水質汚濁の進化は鈍化し、一部では改善されたところも。

本道でも、石狩川、十勝川がわずかにきれいになった。だが、都市汚水の増大、汚濁物質の複雑化で水の汚れによる農業被害も多く、本道だけで全国の被害面積の8%も占めている。そこで我々の生活場所である北海道についての汚染状態を、人口、家畜、工業出荷額からBODの汚濁負荷量、及び、排水量を求め水質の汚染状態を、昭和23年から昭和48年にわたり推定することにした。

1. 概略

我々は、北海道の水質汚染状態を推定するために、北海道市町村勢要覧から昭和23年～49年までの人口、家畜、工業出荷額の動向を集録し、水道統計より、1人/日当り給水量を同期間、集録した。このデータ・資料をもとにして、北海道の国土汚染を推定するためにBODの汚濁負荷量原単位と排水量を求めた。まず人口、家畜、工業出荷額の推移について昭和23年から48年まで調査した。それによって汚水量及び水質を推定した。

(1)人口は、1人/日当り最大給水量を基礎に、1人/日当り最大汚水量を推定し、また、建設省指針を参考にして1人/日当り汚濁負荷量を求めた。これから、表と、グラフに記した。

(2)工場排水は、北海道の産業中分類の業種別に昭和23年～48年まで現在の工業統計の全国実績値を原単位として過去を推定し、表と、グラフに記した。

(3)家畜排水については、豚のみ考慮した。これは、他の家畜の排水は、自然還元があるので流出排水の多い豚のみについて結果を出した。

これらの、推定したデータの値を使用して、市、支庁についての1人/日当り汚濁負荷量を計算し、その値を合計して、その値をグラフと表にまとめた。これらによって少なからず北海道の汚染状態が把握されることができると思う。

(1)人口の推移

(単位:人)

	S23	S27	S31	S35
全道	4021,050	4426,870	4877,669	5079,206
市部	2120,817	2378,828	2721,677	2730,157
郡部	1900,233	2048,042	2155,992	2109,049
	S38	S42	S46	S48
全道	5124,719	5374,061	5285,814	5273,864
市部	3002,647	3410,410	3527,328	3619,713
郡部	2122,070	1963,651	1728,486	1674,151

(2)家畜の推移

(単位:頭)

	S23	S27	S31	S35
全道	54,510	36,621	60,211	151,1049
市部	16,531	11,833	18,928	40,859
郡部	37,979	24,788	41,283	110,190
	S38	S42	S46	S48
全道	103,076	126,682	208,253	297,314
市部	31,540	47,470	76,936	110,788
郡部	71,536	79,212	131,317	186,526

(3)出荷額の推移

(単位:百万円)

	S23	S27	S31	S35
全道	34,600	161,283	233,809	508,212
市部	25,506	131,907	190,771	405,320
郡部	8,994	29,376	43,038	102,822
	S38	S42	S46	S48
全道	621,270	1026,037	1579,231	2332,774
市部	486,112	801,045	1239,225	1763,522
郡部	135,158	224,983	360,006	569,451

2. 汚水の量及び水質の推定

汚水原単位の推定

(1) 生活排水

生活排水の水量原単位は、上水道に於ける1人/日最大給水量を基礎にした。表1.1にもとづいて過去の昭和3年までの1人/日最大給水量を最小二乗法により求める。又、同様に、人口20万人以上、人口20万人未満の市、町村の昭和3年、7年、11年の平均給水量を推定する。以上から1人/日最大排水量を求める。

表2.1 1人/日平均給水量 (単位: l)

	昭和3年	昭和7年	昭和11年	昭和15年	昭和19年	昭和23年	昭和27年	昭和31年
人口20万人以上の市	220	238	240	248	253	265	271	285
人口20万人未満の市	199	201	193	213	231	235	251	272
町・村	145	149	147	161	172	177	177	206

表2.2 1人/日最大排水量 (l)

	昭和3年	昭和7年	昭和11年	昭和15年	昭和19年	昭和23年	昭和27年	昭和31年
人口20万人以上の市	平均 152	173	194	214	229	250	270	281
	最大 213	242	271	300	321	350	377	394
人口20万人未満の市	平均 115	137	160	170	186	208	227	244
	最大 173	206	239	273	299	332	366	394
町・村	平均 77	92	114	133	148	168	188	198
	最大 132	168	205	241	268	304	340	358

表2.3 業種別排水の水量負荷原単位 (m³/日/百万円)

番号	業種(分類)	23年	27年	31年	35年	38年	42年	46年	48年
18,19	食料品	1.107	1.05	0.994	0.94	0.909	0.848	0.777	0.773
20	繊維	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.147	0.148
21	衣服・その他	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.030	0.030
22	木材・木製品	0.182	0.171	0.161	0.150	0.143	0.133	0.124	0.119
23	家具・業種	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.080	0.079
24	パルプ・紙	22.464	19.904	18.256	138	12.084	9.764	8.036	7.144
25	出版・印刷	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.191	0.172
26	化学	1.94	1.78	1.62	1.46	1.34	1.18	1.02	0.94
27	石油・石炭	1.439	1.232	1.042	0.85	0.727	0.582	0.447	0.404
28	工業製品	0.586	0.521	0.460	0.402	0.361	0.311	0.264	0.242
29	皮革・同製品	0.62	0.58	0.54	0.5	0.47	0.43	0.382	0.329
30	窯業・土石	1.214	1.074	0.941	0.8	0.708	0.599	0.491	0.469
31	鉄鋼業	0.488	0.460	0.431	0.402	0.380	0.352	0.323	0.308
32	非鉄金属	3.84	3.760	3.68	3.6	3.54	3.391	3.184	3.086
33	金属	0.226	0.214	0.202	0.19	0.184	0.166	0.148	0.140
34	機械	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.078	0.074	0.072
35	電気	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.077	0.072
36	輸送機械	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.075	0.086
37	精密機械	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.176	0.188
38	武器・銃器	-	-	-	-	-	-	-	-
39	その他	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.098	0.074

(2) 工場排水

工場排水の水量原単位については、産業中分類の業種別に、工業統計の全国実現値の現状の原単位を参考にして求めた。建設省指針全国工業出荷額平均値を参考に昭和3年まで推定して表2.3とした。

(3) 家畜排水

家畜排水としては、豚についてのみ考慮することとし、その原単位を建設省の指針(昭和46年度版)により13.5/1頭とした。なお、牛・馬については、これらの飼育の形態から汚濁負荷は自然還元により河川等へ流出しないものとして対象から除外したものである。

3. 汚濁負荷量原単位の推定

(1) 生活排水

1人/日当りのBOD濃度は、建設省の指針の1人/日最大汚水量と1人/日当り汚濁負荷量原単位との関係から推定した。これを表3.1とし昭和35年の値を変えないで過去の1人/日最大汚水量を乗じて1人/日当り汚濁負荷量原単位を求めた。

表3.1 汚濁濃度 (BOD mg/l)

年度	区分	人口20万人以上の市	人口20万人未満の市	町・村
昭和35年	45	0.1189	0.1189	0.1333
	50	0.0990	0.1157	0.1392
	55	0.0983	0.1180	0.1475
	60	0.1039	0.1255	0.1547
	65	0.1121	0.1345	0.1644

表3.2 1人/日当り汚濁負荷原単位 (単位: BOD/g/人)

年度	区分	1人	糞排泄	計
昭和	23	13	12	25
	27	13	16	29
	31	13	19	32
	35	13	23	36
	38	13	25	38
	42	13	29	42
	46	13	32	45
	48	13	34	47

(2) 工場排水

業種別排出水の将来の水質推定により過去3年までの水質を推定した。
なお、汚濁負荷原単位は水量原単位と水質原単位の積として得られる。

(3) 家畜排水

前項でふれたとおり家畜排水については豚のみを考慮し、これを165g/日頭とした。

4. 計算方法

家庭排水は、表2.2の1人/日当り最大排水量もちいて計算した。

BOD汚濁負荷量は、表3.2をもちいて計算した。

工場排水は、表2.3の業種別排水の水質負荷原単位を用いて計算した。

BOD汚濁負荷量表2.4の業種別排出水のBODの汚濁負荷原単位を用いて計算した。

家畜排水は、指針の13.5g/日頭を家畜排水量とした。BODの汚濁負荷量は、指針の165g/日頭を家畜のBODの負荷原単位として計算した。

統計排水は家庭、工場、家畜排水の合計から計算した。

表2.4 業種別排出水の汚濁(BOD)負荷原単位 (g/日/円)

番号	業種(分類)	23年	27年	31年	35年	38年	42年	46年	48年
18,19	食料品	1102.6	970.2	846.9	733.2	659.9	554.6	463.9	422.1
20	繊維	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	25.5	16.4
21	衣服・靴	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
22	木製製品	52.4	46.5	41.2	36.0	32.6	29.2	24.3	22.9
23	家具・装飾	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
24	パルプ・紙	4852.2	3866.5	3121.2	2484.0	2066.4	1684.3	1181.3	1007.4
25	出版・印刷	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.91	1.72
26	化学	194.0	172.0	162.0	146.0	134.0	118.0	102.0	94.0
27	石油・石炭	172.7	147.8	125.0	102.0	87.2	69.8	52.9	48.5
28	ゴム製品	5.9	5.2	4.6	4.0	3.6	3.1	2.6	2.4
29	皮革・同製品	966.0	842.2	722.2	625.0	552.7	461.0	372.1	322.3
30	窯業・土石	12.1	10.7	9.4	8.0	7.1	6.0	4.9	4.7
31	鉄鋼業	24.4	23.0	21.6	20.1	19.0	17.6	16.2	15.4
32	非鉄金属	122.0	128.0	124.0	120.0	117.0	109.6	102.2	104.3
33	金属	11.3	10.7	10.1	9.5	9.2	8.3	7.4	7.0
34	機械	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
35	電気	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
36	輸送機械	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
37	精密機械	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
38	武器製造業	—	—	—	—	—	—	—	—
39	その他	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9

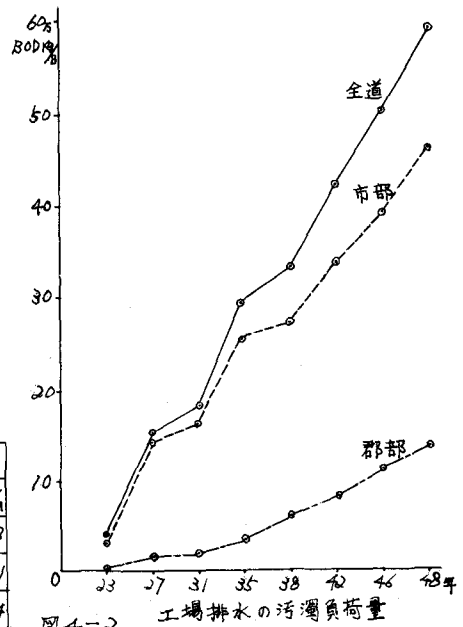


表4-2 工場排水

年	全 道		市 部		郡 部	
	m³/日	BOD kg/日	m³/日	BOD kg/日	m³/日	BOD kg/日
23	137856.62	38896.65	125177.95	32308.76	12172.67	6587.88
27	597002.12	152382.73	575150.25	138559.67	21852.77	14762.31
31	674228.58	178722.58	646840.68	160722.24	29287.90	18649.84
35	1174977.64	292106.68	106247.10	264149.88	12250.54	37957.03
38	1403079.71	332489.65	1197531.65	271478.32	208559.06	61008.33
42	1788022.38	422048.71	1507606.09	338256.40	278526.29	83721.31
46	2142982.66	500056.31	1790669.01	391146.48	352346.7	108907.02
48	2472627.19	594917.67	2259966.25	460506.73	42660.74	124410.94

表4-1 家庭排水

S.年	全 道		市 部		郡 部	
	m ³ /日	BOD kg/日	m ³ /日	BOD kg/日	m ³ /日	BOD kg/日
23	646096	101173	395265	53666	250831	47507
27	762557	116612	518854	73003	244071	59318
31	1121046	156092	629087	87257	491959	68986
35	1239622	181598	831340	105672	508282	75926
38	1550092	201219	981224	120581	568718	80628
42	1765157	223827	1162126	140509	602031	83218
46	1849294	236619	1261607	158729	587687	77890
48	2007321	248829	1407717	170155	599544	78684

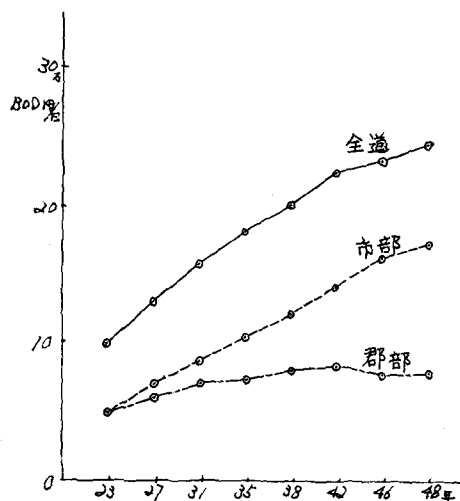


図4-1 家庭排水の汚濁負荷量

表4-2 家畜排水

S.年	全 道		市 部		郡 部	
	m ³ /日	BOD kg/日	m ³ /日	BOD kg/日	m ³ /日	BOD kg/日
23	73729	901120	22317	2727.63	514.12	6283.69
27	482.12	5820.58	159.75	1820.50	322.37	3740.08
31	829.63	10078.81	255.53	3123.14	589.10	6955.67
35	2018.16	24666.40	551.60	6741.78	1466.56	17924.62
38	1383.23	16906.14	475.79	5204.10	907.44	11702.04
42	1717.39	20992.22	640.84	7822.49	1076.55	13157.83
46	2777.18	33943.31	1028.63	12674.27	1748.55	21268.94
48	4016.85	49094.83	1360.64	16622.09	2656.21	32471.79

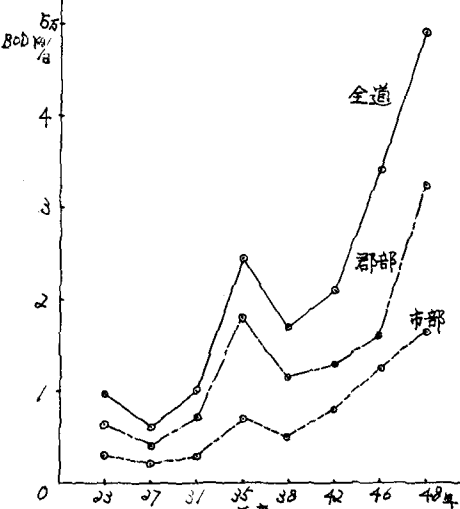


図4-2 家畜排水の汚濁負荷量

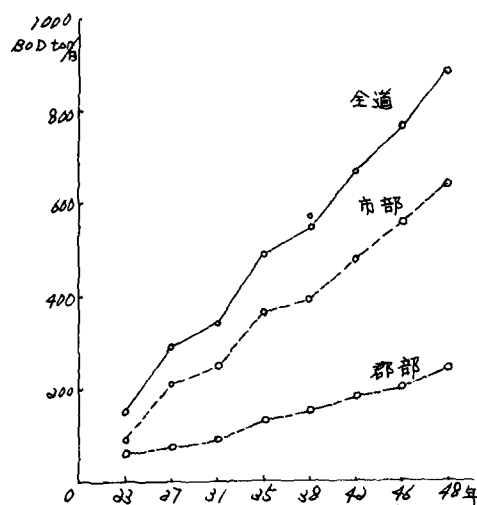


図4-4 統計排水の汚濁負荷量

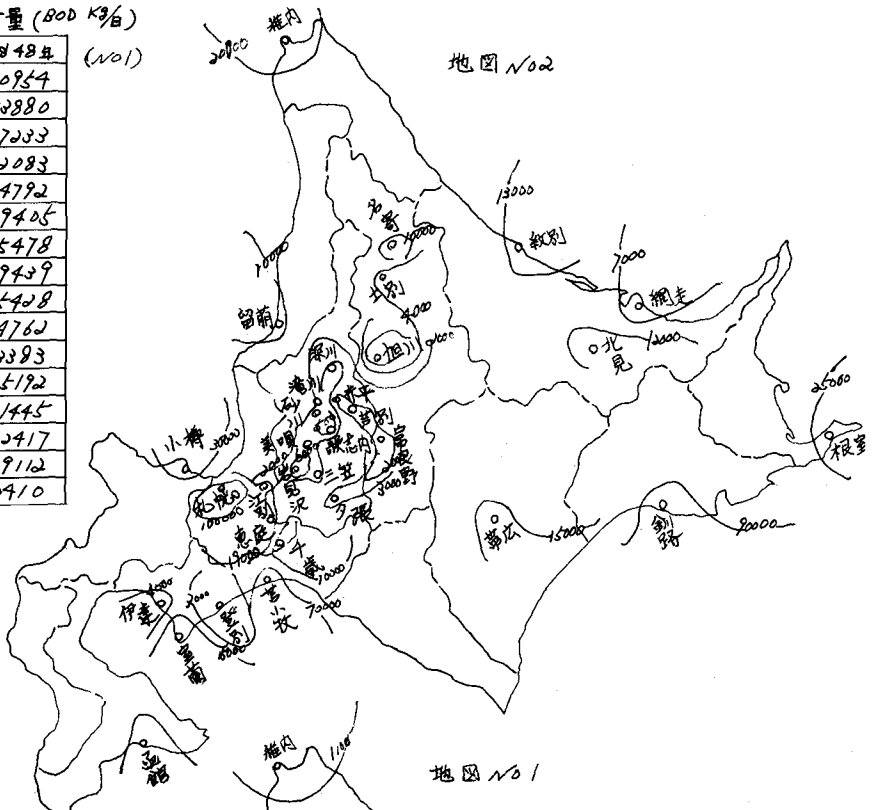
表4-4 統計排水

S.年	全 道		市 部		郡 部	
	m ³ /日	BOD kg/日	m ³ /日	BOD kg/日	m ³ /日	BOD kg/日
23	784690	149081	521166	88722	263524	60379
27	1460410	291594	1094184	213510	366246	78084
31	1828099	344844	1236183	250262	471916	94583
35	2535938	498371	1901139	366563	624799	121808
38	2954516	550615	2179281	297263	775235	153351
42	3554907	666866	2672273	486598	882624	180268
46	4995052	770619	3253315	552570	941737	208099
48	4483259	892852	3468304	647292	1013955	245560

昭和48年に於ける総汚濁負荷量の分布 (単位; BODkg/日)

(No1)

市	523年	848年
椎内	1109	20854
紋別	1176	12880
網走	1290	7233
北見	1496	12283
根室	896	24792
釧路	1996	99425
帯広	2327	15478
苫小牧	15616	79429
室蘭	2739	15428
伊達	684	4762
釧路	478	2383
函館	7145	25192
小樽	5702	21445
札幌	11221	22417
江別	1353	19122
恵庭	259	2410



No1の続き

千歳	228	10965
石見沢	1228	6058
歌志内	1171	624
赤平	1149	1811
三笠	1250	1803
夕張	2335	2331
深川	1043	2162
滝川	931	2244
美唄	2217	2527
芦別	1251	2194
釧路野	853	2120
士別	1590	4065
名寄	786	10494
留萌	978	10996
旭川	1206	57649
砂川	1300	2334



5.考 察

人口についての家庭排水は1人1日当り汚濁負荷量と1人当り排水量のグラフと地図を参照してみるかぎり人口数の増大とともにその値は北海道全体では、激増している。とくに目立つ地域は道庁の札幌市を中心とした周辺都市がBODの汚染状況は増大している、しかし農村部及び出炭地域は、過疎の現象で人口が減少しているためにBODの汚染度は横ばい、減少傾向を示している。こうした傾向は、都市集中型の現象をうつしだしているとも見られる。

工場出荷額中分類の排水量は、食料品製造業、パルプ紙製造業の占める割合が年々大きくなっている。

都市としては、旭川、江別、苫小牧、釧路、札幌市の工場排水の排出量が、年々増加している。

食料品の出荷額については、昭和3年から昭和8年までに排水量が60倍となっている点が目立っている。

他の製造業も10倍以上の伸びを示している。

家畜については、需要の多い大都市周辺地域と酪農地域において伸びを示している。市部より郡部(支庁計)の方が多い。

これらの計算結果から、家庭排水の占める割合の多い都市と、工場排水の多い都市、この両者を混合している都市がある。全体として、昭和2年を起点としてみるかぎり年々BODの汚染度が増大していることが地図から読み取ることができると思う。

あとがき

全道の汚染状況もBOD(生物化学的酸素要求量)の分野から、昭和2年を起点として昭和8年までのBODの経年変化を、人口、家畜、出荷額の値から計算し、地図として作成してしましたが、1人1日当り汚濁負荷量原単位、工場排水(工業出荷額中分類)の求め方において、現在の状況の値から過去を推定したので多少の誤差が生じるかも知れない。それは公共団体(建設省指針)の資料が不足したためである。

なお、河川の汚染状況も調査することによって我々の計算してきた排水量から、河川へ流出率を計算することで家庭排水、工場排水、家畜排水の河川、海、湖沼への汚染の影響度を推定することにした。

また市町村の工場数を調査することによって、全道の工場数密度を計算することができる。それによって汚染の集中度が分析できる。

今後、考えられることは、さらに人口・家畜・出荷額によるBODの汚染度が増大することは、当然であるけれども新しい北海道の環境問題、都市問題を解決するには、汚染状況を考慮しつつ、常に、どんな生命をも守るという人間の論理にたつ精神でその方途を探るのが我々の、役目であると信じる。

又、経済の安定成長の中でこれらの問題も解決するのは容易なことではないが、なすべきことは、長期的、総合的視野で環境行政を進め資源の効率的利用を図り、受益者負担の導入など、環境問題に関する正しい知識も普及させ、マスコミによる情報公開が必要である。

参考文献

1)市町村勢要覧(23年～48年) 北海道

2)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49年

3)菊地有樹、久保敬二；北海道に於けるBOD地図作成 昭和50年度北海道工業大学卒業論文