

VIII 資 料

二酸化硫黄高濃度出現時の低層大気

※齋藤 勝美

1 はじめに

秋田市の茨島地区には、昭和初期から工場が立地し発生源が集中している。この地区に設置されている常時測定局（茨島局）では、1時間値で0.1ppmを超える二酸化硫黄濃度（以下高濃度という）が、時に0.2ppmに達する濃度で観測されている。

高濃度の出現は、測定局設置の昭和46年当時から2～3年の間はよくみられたが、発生源対策等によりその後は出現していなかった。しかし、発生源が大きく変化していないにもかかわらず昭和55年以降高濃度が出現しはじめ、昭和59年度では出現時間数は21時間、最高値は0.177ppmとなっている。

昭和55年度以降高濃度が出現している時期は4～10月で、特に7月と8月に集中し、時間帯では10～19時である。また、風向はSSW～WNW、風速は1～3 m/Sである。

茨島地区は海岸に近く、雄物川、旧雄物川等の河川が周囲をとりまいている。臨海部の場合、特に夏季においては海から陸地に吹きこむ風は、平滑な水面上を通ってくるため比較的冷たく安定であるが、陸地に侵入するにつれて地面からしだいに暖められ下層から不安定な気層へと変質し内部境界層が形成される。内部境界層内では、大気の乱れが大きく、汚染物質の拡散は急激に進行し高濃度をもたらすことが多い。茨島地区における高濃度の出現は、この現象が一つの要因と考えられる。そこで、高濃度出現時の低層大気と高濃度出現の範囲を把握するため、小型気象ゾンデシステムによる気象観測、自動測定器による二酸化硫黄濃度の測定を実施した。

2 茨島地区および周辺の概要

茨島地区には、肥料工場、亜鉛製錬所等が立地しており、本県における大部分の発生源を有する秋田地域の中心的な工場立地地区の一つである。地区内の工場から排出される硫酸化物量は約 $70\text{Nm}^3/\text{h}$ ¹⁾である。その周辺には、製紙工場、木材加工工場等が立地している向浜地区（北西約2 km）、また、火力発電所、亜鉛製錬所等が立地している飯島地区（北北西約6 km）がある。

Fig. 1 に茨島局および秋田市街地の中心に設置されている中通局、また、秋田地域の北側に位置し周囲に発生源のほとんどない昭和局の測定当初からの年平均値を示す。茨島局は他の測定局に比べ濃度が高く、昭和55年度以降除々に増加していることがわかる。Table 1 に0.1ppmを超えた時間数と98%値を示す。昭和55年以降、茨島局のみが0.1ppmを超えており、また、98%値も0.04ppmに近い値を示している。

※現 秋田県秋田保健所 秋田市中通二丁目2—52

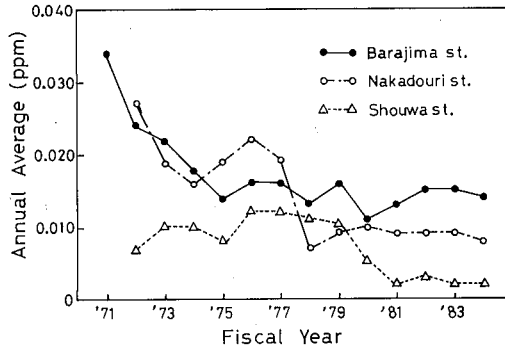


Fig.1 Changes in Annual Average Concentrations of Sulfur Dioxide

Table 1 Changes in Annual Hours of 0.1ppm Over and Annual 98% Level of Sulfur Dioxide

Fiscal Year	Barajima st.		Nakadouri st.		Shouma st.	
	Hours of 98% level 0.1ppm over	(ppm)	Hours of 98% level 0.1ppm over	(ppm)	Hours of 98% level 0.1ppm over	(ppm)
1971	480	—	—	—	—	—
1972	76	0.041	1	0.051	0	0.013
1973	108	0.053	0	0.032	0	0.018
1974	5	0.035	0	0.028	0	0.016
1975	0	0.026	0	0.033	0	0.012
1976	8	0.037	8	0.039	0	0.023
1977	1	0.031	1	0.034	0	0.019
1978	0	0.025	0	0.017	0	0.029
1979	0	0.027	0	0.020	0	0.022
1980	2	0.027	0	0.011	0	0.020
1981	8	0.031	0	0.020	0	0.005
1982	36	0.035	0	0.021	0	0.006
1983	21	0.039	0	0.021	0	0.004
1984	21	0.035	0	0.018	0	0.005

3 観測方法

3.1 観測地点

観測地点をFig. 2に示す。気象観測は、茨島地区(△point 1)の他に、海風が陸地に侵入した初期の状態を知るため海岸から約700mの地点にある旧秋田空港(△point 2)についても実施した。二酸化硫黄濃度の測定点としては、茨島局の他に地区の周囲をとりかこむように4地点(●1~4)を設けた。これら4地点は、地区の中心から半径約1kmの範囲にある。

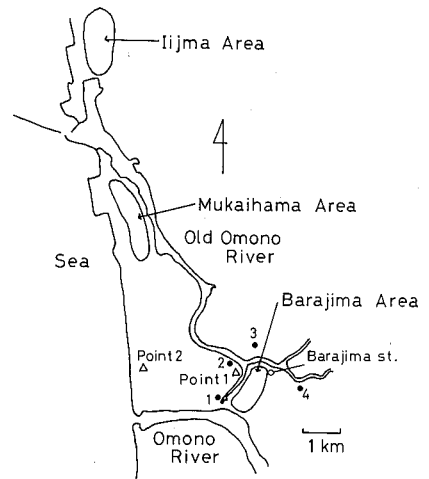


Fig.2 Sampling Points

3. 2 観測時間

気象観測は、point 1 は1985年7月30日と8月2日の2日間、point 2 は8月7日に行った。測定時間は、point 1 は8～18時、point 2 は10～13時である。二酸化硫黄濃度の測定は、1985年7月30日～8月18日の20日間行った。

3. 3 観測方法

気象観測は、小型気象ゾンデシステムを用いた。観測項目は乾湿球温度、風速、風向、湿度および大気圧で、高度200mまでは10m間隔、それ以上の高度は50m間隔で1～2分間ゾンデを静止させて観測した。Table 2 に観測項目の測定範囲と精度を示した。観測値の高度H (m) は、 $H = 10 (PRH - PRO)$ から求めた。ここで、PRH (mb) は高度Hでの大気圧、PRO (mb) は地上の大気圧である。

Table 2 Measurement of Range and Accuracy

Item	Range	Accuracy
Dry and wet bulb temperature	-80～+50°C	±0.2°C
Wind speed	0～20 m/s	±0.2 m/s
Wind direction	0～360°	±5°
Pressure	600～1050 mb	±0.1 mb

二酸化硫黄濃度は、溶度導電率法による自動測定器⁵⁾を使用した。

4 結果および考慮

4. 1 気温、風速および風向の鉛直分布

1) point 1

point 1 については、7月30日と8月2日に観測を行っているが、海陸風が顕著であると考えられる8月2日の結果を述べる。なお、7月30日と8月2日の観測結果はほとんど同じである。

気温については、大気不安定をよりよくみるため温位として表わした。温位は、上空の空気塊を乾燥断熱線（乾燥断熱減率 $0.0098^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ）に沿って地上に降ろしてきたと仮定した場合の空気塊の地上温度である。温位 θ ($^{\circ}\text{K}$) は、 $\theta = (T + 273.15) (1000/P)^{0.286}$ から求めた。ここで、T ($^{\circ}\text{C}$) は温度、P (mb) は温度Tでの大気圧である。この式によって計算される温位は、1000mbの大気圧を基準とした温度である。

Fig. 3～Fig. 5 に温位、風速および風向の鉛直分布を示す。温位は、RUN 1～RUN 4までは高度200m以下で乱れており、大気は不安定、安定が入り組んで複雑である。RUN 5はほぼ直線で大気は中立状態となっている。風速は、RUN 1のDOWNから強くなり、RUN 2でそれが顕著である。RUN 3からは徐々に弱まってきている。高度による変化は、RUN 4が上層になるにしたがって若干強くなっているが、他はほとんど変化はない。風向は、RUN 1のUPでSE系であったが、RUN 1のDOWNでSW系に変化し、その後はSW～WNWである。高度による変化は、RUN 1～RUN 4は上層にしたがって西寄りの傾向にある。

これらの観測結果からすると、茨島地区では海風が陸風に変化し始める18時頃まで、汚染物質が排出される高さよりも高い高度200mの範囲が汚染物質の拡散しやすい場となっている。また、最初に海風が陸地に侵入し始める時には風が強い。

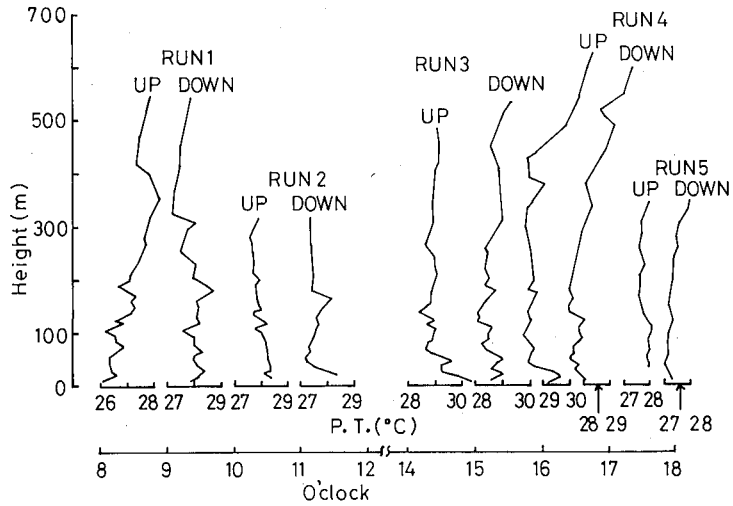


Fig.3 Vertical Distribution of Potential Temperature (Point 1 Aug.,2,1985)

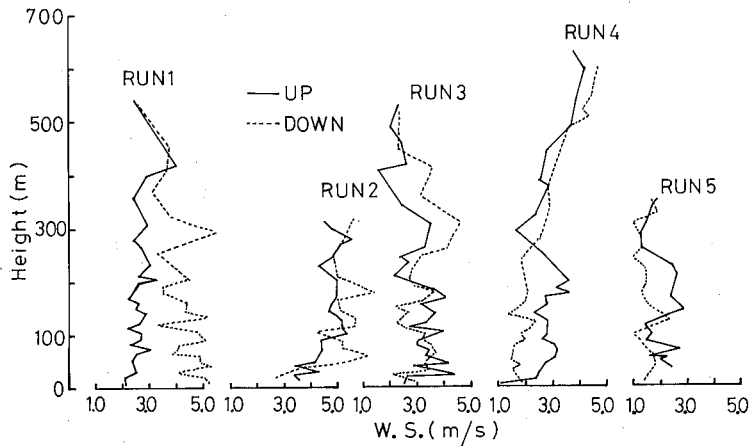


Fig.4 Vertical Distribution of Wind Speed (Point 1 Aug.,2,1985)

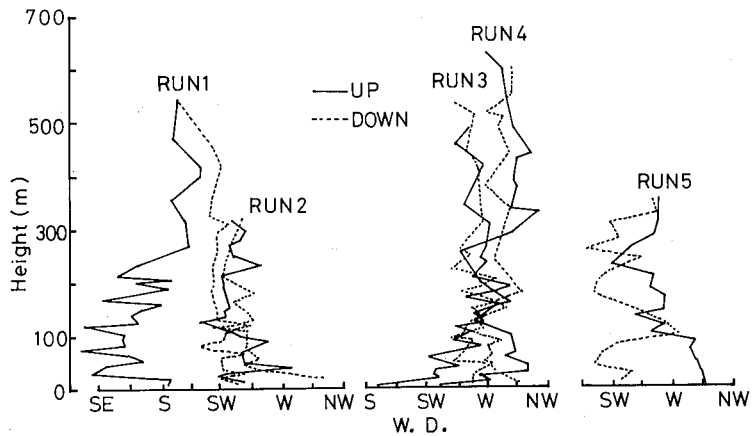


Fig.5 Vertical Distribution of Wind Direction (Point 1 Aug.,2,1985)

2) point 2

Fig. 6 ~ Fig. 8 に温位、風速および風向の鉛直分布を示す。温位は、point 1 と同様高度200 m以下で乱れている。風速は、RUN 1 は3 m/s 前後で高度による変化はない。RUN 2 は地上では3 m/s 前後であるが、上層にいくにしたがって強くなっている。風向は、RUN 1 のDOWNでESEからSSW~SWに変化している。高度による変化はほとんどない。point 2 においても、point 1 同様に海風が陸地に侵入し始めには風が強くなる傾向がみられる。

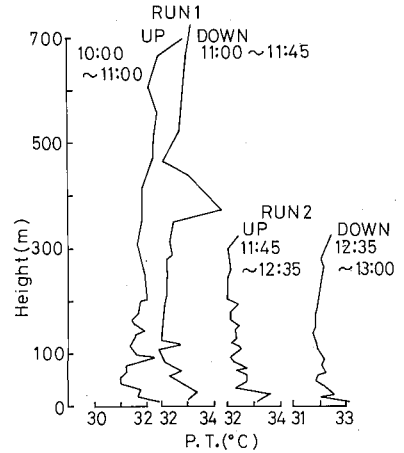


Fig.6 Vertical Distribution of Potential Temperature (Point 2 Aug.,7,1985)

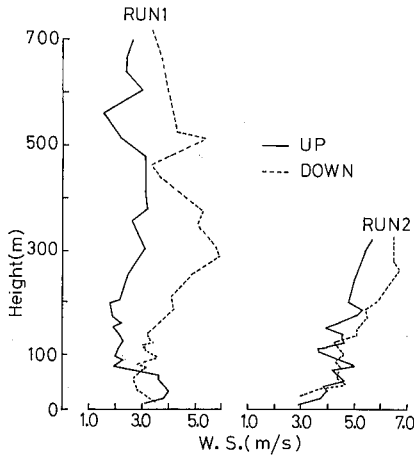


Fig.7 Vertical Distribution of Wind Speed (Point 2 Aug.,7,1985)

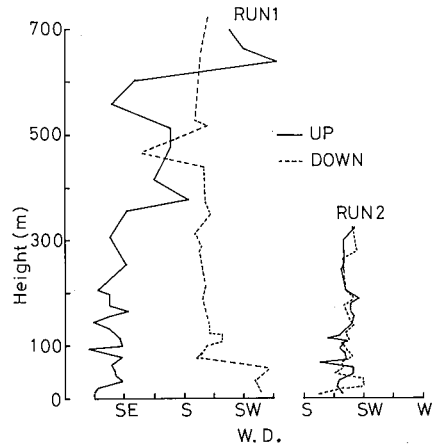


Fig.8 Vertical Distribution of Wind Direction (Point 2 Aug.,7,1985)

4. 2 内部境界層

汚染物質の拡散に大きな影響を与える内部境界層高度を観測結果から推定すると、point 1、point 2とも約200mである。

内部境界層高度H (m) は海岸からの内陸距離X (m) と関係があり、これに関するパラメータPは幾つか示されている。内部境界層高度と距離を $H \propto X^{P1}$ で表わした場合、Elliot⁶⁾やTaylor⁷⁾らは接地気層内の取扱として $P \approx 0.8$ 、Tokoyama⁸⁾らの実測では $P \approx 0.5$ と言われている。また、大倉⁹⁾らは $H = P_2 \sqrt{X}$ で表わした場のパラメータとして7.51を得ている。これらの式によりpoint 1およびpoint 2におけるパラメータを求めると、point 1では $P_1 = 0.70$ 、 $P_2 = 4.47$ 、point 2では P_1

=0.81、 $P_2=7.51$ である。point 2 の場合はさきに示したパラメータの値とよく一致しているが、point 1 は小さな値である。

内部境界層高度が海岸からの内陸距離との間に関係があることからすれば、海岸より2000m地点のpoint 1 と700m地点のpoint 2 とは同じ値を示すことは本来ありえない。観測結果によるpoint 1 の内部境界層高度が、point 2 と同じ値となったのは茨島地区の周囲をとりまく河川の影響が大きいと考えられる。内部境界層高度のパラメータを0.80 (P_1)、7.51 (P_2) としてpoint 1 の計算すると430m、700mで、河川の影響を受け、200m~500mも内部境界層高度が低下したことになる。

4. 3 二酸化硫黄濃度

Table 3 に、測定期間中の二酸化硫黄濃度の測定結果を示す。高濃度の出現している地点は、茨島局の他にその反対側のpoint 2 および地区の東側のpoint 4 である。これからすると、高濃度の出現範囲は地区の中心から半径約1 kmまでで、地区の東側と北西側に限定される。これらの地点に高濃度が出現するのは、出現期間中(4~10月)の風が日中SW系、夜間SE系が主体であることによると考えられる。

Fig. 9 に、茨島局とpoint 2 の気象観測中の時刻別濃度を示す。茨島局は、10~12時に濃度が急激に上昇しだし、18時まで高い。これに対してpoint 2 は0~9時に濃度が高い。茨島局において濃度が上昇するのは風向がSW系のときで、海風による内部境界層等の影響がうかがえる。point 2 は、夜間の放射冷却によって形成される逆転層によるものと考えられる。

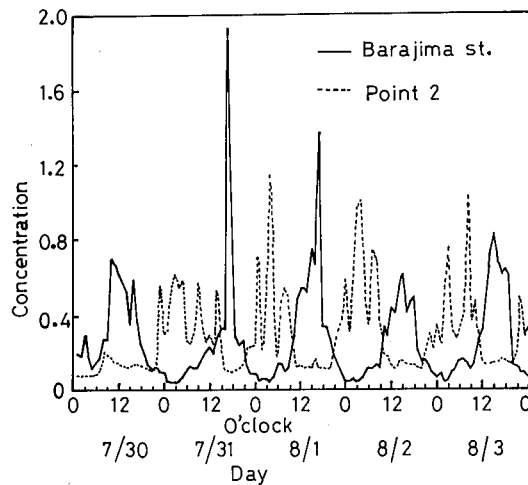


Fig.9 Changes in 1 Hour Concentrations of Sulfur Dioxide (Jul.,30,1985~Aug.,3)

Table 3 Measured Results of Sulfur Dioxide (Jul.,30,1985~Aug.,18)

	Measure hours	Average (ppm)	Minimum (ppm)	Maximum (ppm)	Hours of 0.1ppm over
Barajima st.	451	0.020	0.001	0.169	7
Point 1	479	0.004	0.001	0.030	0
Point 2	480	0.032	0.006	0.154	7
Point 3	369	0.009	0.003	0.047	0
Point 4	480	0.010	0.002	0.115	1

5 まとめ

茨島地区における二酸化硫黄高濃度出現に関し、気象観測および二酸化硫黄濃度の測定を実施した。その結果、次のことが明らかとなった。

1) 茨島地区は、海風が陸風に変化した18時頃まで、高度200mまでの範囲の大気が不安定、安定が入り組んで複雑に乱れており、汚染物質の拡散しやすい場となっている。また、海岸付近の大気も同様の傾向にある。

2) 気象観測結果による内部境界層高度は、茨島地区、海岸付近とも約200mと推定される。茨島地区の内部境界層高度が、海岸付近と同じく、低い値となっているのは地区の周囲の河川の影響を大きく受けているものと考えられる。

3) 高濃度の出現範囲は、茨島地区の中心から半径約1 kmまで、地区の東側と北西側に限定される。

(本報告の一部は、1986年11月、第27回大気汚染学会において発表した。)

参 考 文 献

- 1) 森口実：大気中におけるばい煙の拡散，PPM，1976年臨時増刊，148～165 (1976)
- 2) 昭和60年度大気汚染物質排出量総合調査 (1985)
- 3) 秋田県公害技術センター年報第1号～7号，(1972～1980)
- 4) 秋田県環境技術センター年報第8号～12号，(1981～1985)
- 5) JIS B7952，大気中の二酸化硫黄自動計測器 (1974)
- 6) W. P. Elliot：The Growth of the Atmospheric Internal Boundary Layer, Trans. Amer. Geophys. Union, 39, 1048～1054 (1958)
- 7) P. A. Taylor：The Planetary Boundary Layer above a Change in Surface Roughness, J. Atmos. Sci., 26, 432～440 (1968)
- 8) O. Yokoyama：海陸2境界面上に発達する内部境界層に関する飛行機観測，公害，11，5，39～53 (1976)
- 9) 大倉光、西 亮：海上空港による大気汚染の予測 (III) (内部境界層による拡散過程の解析)，大気汚染学会誌，19，3，194～202 (1984)

生活雑排水の浄化に関する研究 —— 流入量別除去効果試験 ——

※湯川 幸郎 瓜生 信彦
高田 熙

1 はじめに

生活雑排水処理装置を試作するため、処理方式として浸漬濾床による接触酸化法を選定し、濾材の検討を行ってきた。その結果、濾材として、多孔質で表面積が大きく、また、県北部に比較的豊富に賦存するため入手し易い、十和田カルデラの噴出物である軽石を選出した。

軽石を用いた接触酸化法による小型簡易生活雑排水処理装置の設計に当たっては、流入負荷とその処理能力の関係を把握することが必要である。そのため、今回は、流入量の変化と除去効率の関係を、主としてBOD、T-N及びT-Pの流入水と流出水の濃度から検討し、設計のための基礎資料とした。

2 実 験

2. 1 方 法

ばっ気槽(0.5m×1.1m)に軽石を充填し(充填率70%)、BOD約120mg/lの生活雑排水模擬水溶液を連続的に注入した。注入は、定量ポンプを用いて行い、注入量が0.7l/分及び1.4l/分となるように調節した。別にバッチ式として、ばっ気槽にあらかじめ模擬水溶液を満たしておき、ばっ気したものについても試験を行った。

これら3通りのケースについて、実験開始直後から12時間後までは2時間毎、12時間後から24時間後までは6時間毎、24時間後から96時間後までは12時間毎にサンプリングを行い、BOD、T-N、T-P等の分析を行った。

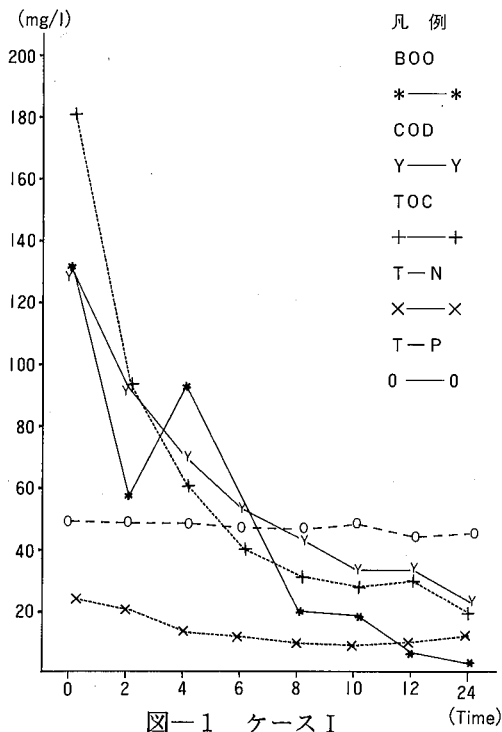
2. 2 時 期

昭和60年8月～10月

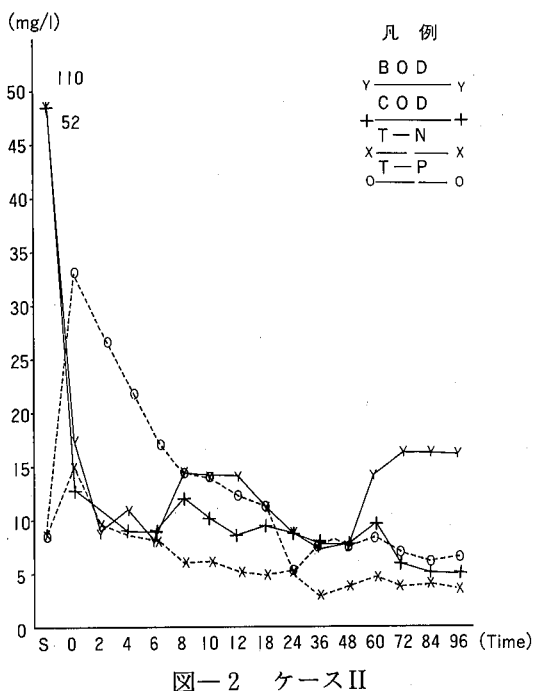
3 結 果

3. 1 ケースI (バッチ式)

図-1にバッチ式の結果を示す。BODについては、6時間後で約50%の除去率が得られた。また、T-Nについても、50%以上の除去率を示している。しかし、T-Pについては、ほとんど除去されていない。



図一 1 ケース I



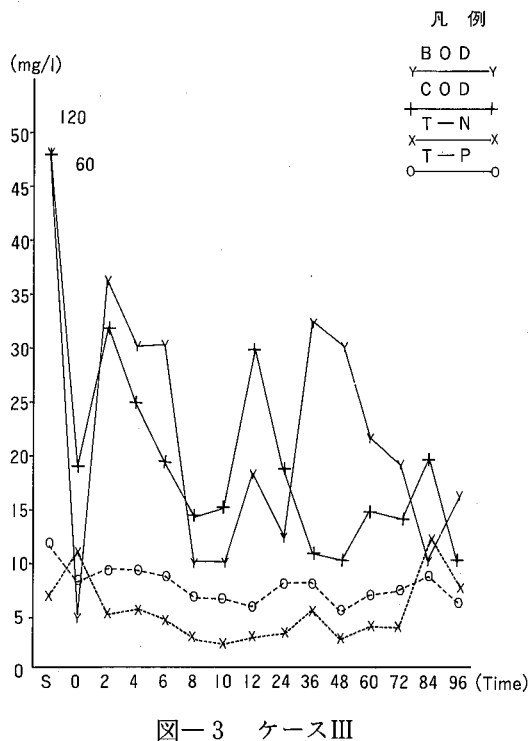
図一 2 ケース II

3. 2 ケースII (流入量0.71/分)

図一 2 に流入量を 0.71 /分とした場合の結果を示す。BODについては、6 時間後に 92%の除去率を示すが、その後 8 ~12時間までは87%、48時間後に94%を示した後除去率は低下し、72 時間以後85%で安定となった。T-Nについては、36時間後に73%の除去率を示したが、72時間は53~58%となっている。また、T-Pについては、72時間で20%の除去率となっている。

3. 3 ケースIII (流入量1.41/分)

図一 3 に流入量を、1.41 /分とした場合の結果を示す。ケース I、ケース II に比べて変動が大きい、72 時間以後でみると、BODについては、84~92%、T-Pについては17~46%となっている。しかし、T-Nについては、72時間で45%の除去率を示すものの、その後はむしろ濃度が高くなるようである。



図一 3 ケース III

4 考 察

小型簡易生活雑排水処理装置の処理効率の設定をどの程度に置くかという問題はあるが、仮に、BODについて50%以上とするならば、3ケースを比較してみると、いずれのケースも6時間後には、初期濃度の50%以下に低下していることから、少なくとも6時間の滞留時間が必要であるという結果になる。

一方、これまでの知見では、生活雑排水水量の日変動パターンは、朝と夜にピークがあり、朝のピークが顕著で、7～10時の3時間で1日の全使用水量の20～25%を排水している。また、一般家庭（4～5人）は、1日当たり約1000 l 使用していることから、7～10時の毎分当たりの排水量は約1.4 l 程度となる。

これらのことから、生活雑排水の流入量を適当な方法で調整し、接触酸化槽における滞留時間を調節することにより、BODについては、ある程度効果のある処理が期待できるものと考えられる。

なお、窒素及びリンの除去については、まだ検討を要するようである。