

## 23 オキシダント計の感度低下に関する調査結果

北村 洋子\* 仁平 明  
船木 宏 加藤 信男\*\*

オキシダント計では、吸収液交換等を行なっている保守点検時に、感度復帰の不連続な変化が見られるが、その時点までの感度低下が、機械的、電気的な原因によるものではないと推定しうる確証を得た。また、細菌に基づく“汚れ”による感度低下を、殺菌剤の使用により防止するために、通年、2地点での向流吸引管および吸収液中の細菌数を調べる等の調査を行なった。一方、殺菌剤の長期的な効果を確認したが、指示値に影響を与える等の問題があり、殺菌剤による感度低下防止の方法は、さらに検討が必要である。

### 1. 目的

オキシダント計の感度低下は向流吸引管に付着した細菌に基づく“汚れ”により、吸収液と光化学大気汚染質との反応で遊離したヨウ素の一部が吸着され、光化学オキシダントとして定量されないために生じることを見だしている。(1)

今年度は、オキシダント計内に存在する細菌数の季節変化、および地域による差などを調べ感度低下防止の対策について検討する。

### 2. 調査方法

#### 2.1 機械的なドリフトの有無

対象局：名取局、岩沼局、塩釜局、利府局、石巻局、籠岳局、多賀城Ⅱ局、泉局（測定局の位置を図1に、測定機種を表1に示す。）



図1 オキシダント測定局

\* 現宮城県宮黒保健所

\*\* 現東北共同化学㈱

調査期間：昭和61年6月～昭和62年3月

調査方法：月1回の保守点検時に1ヶ月間使用した後の状態のまま、活性炭フィルター通過後の吸収液を対照セルおよびサンプルセルに満たし、両方のセルからの出力を調べる。（オキシダント計の電気回路を図2に示す。）

表1 オキシダント及びオゾン測定局とその機種

| 測定局名 | オキシダント計機種        | オゾン計機種         |
|------|------------------|----------------|
| 国設仙台 | DKK (GXH-72M-1)  |                |
| 国設籠岳 | DKK (GX-7)       | 東京工業 (TUV1155) |
| 岩沼   | DKK (GX-7)       |                |
| 名取   | DKK (GX-6)       |                |
| 泉    | ◎DKK (GX-7)      |                |
| 多賀城  | ◎DKK (GX-7)      |                |
| 多賀城Ⅱ | DKK (GX-7)       | ダシビ (1003-AH)  |
| 塩釜   | DKK (GX-7)       | ダシビ (1003-AH)  |
| 利府   | ◎DKK (GX-7)      |                |
| 松島   | ◎DKK (GXH-72M-1) |                |
| 石巻   | ◎DKK (GX-7)      |                |
| 矢本Ⅱ  | ◎DKK (GXH-72M-1) |                |

◎：自動洗浄器付

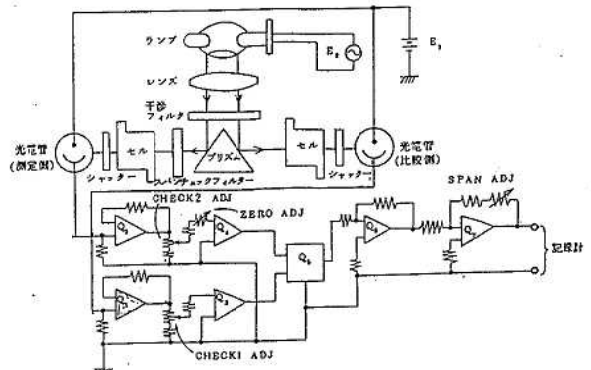


図2 オキシダント計の電気回路 (GX-7型)

### 2.2 オキシダント計内に存在する細菌数の経年変化 および地域による差

対象局：岩沼局，多賀城Ⅱ局（図1に示す。）

調査期間：昭和61年6月～昭和62年3月

調査方法：月1回の吸収液交換時に向流吸収管に10mlの滅菌生理食塩水を入れ，10回振とうし洗浄する。この操作を2回繰り返す。この洗浄液，および吸収液中の一般細菌数を計数する。

### 2.3 細菌数と感度復帰の関係について

オゾンとオキシダントを同時に測定している測定局について，向流吸収管の洗浄液中の一般細菌数と感度復帰の関係を調べる。

対象局：笹岳局

調査期間：昭和61年5月～昭和62年3月

調査方法：月1回（適宜），滅菌生理食塩水10mlで2.2同様，向流吸収管を洗浄し，その洗浄液および吸収液について一般細菌数を計数する。向流吸収管洗浄前後のオキシダント測定値とオゾン測定値との比較により感度復帰の状況を調べる。

### 2.4 殺菌剤の使用について検討する。

2～3の殺菌剤について実験室的に吸収液との反応性を調べ，さらにオキシダント計内で長期的に運転し殺菌効果および，反応性の有無について検討する。

## 3. 調査結果および考察

### 3.1 機械的なドリフトの有無について

常時監視物質測定等検討会の報告書でも指摘されているように<sup>1)</sup>，オキシダント計の感度低下は，温度の影響向流吸収管の汚れなどによって起こるとされている。オキシダント計は，現在月1回の保守点検時に吸収液を交換し，新しい吸収液を1昼夜循環させた後，比色部の調整を行ない，ゼロ点の調査を行なっている。月1回の吸収液交換時に感度が復帰していることにより，感度低下現象が現われていることはすでに指摘している<sup>1)</sup>が，ここで見られる感度低下現象は，温度によるものであるとは考えられない。しかし，この感度復帰が保守点検時に行なっている機械的な調整による可能性を否定するものではなかった。

従って，保守点検時の感度復帰が機械的な調整によるものかどうかを明らかにする必要があった。保守点検時に比較セル側（Check 1）および測定セル側（Check 2）からの出力（透過光強度）を同じにし，ゼロ点を合わせて1ヶ月間測定を行なった後，比較セルおよび測定セルに同じ吸収液をみだし，比較セル側（Check 1）および測定セル側（Check 2）からの出力を調べる事により向流吸収管に由来する感度低下とは関係なく，機械的なドリフトの有無を調べることが出来る。

比較セルおよび測定セルからの出力のバランスの結果指示される測定値を測定局ごとに図3に示す。これによ

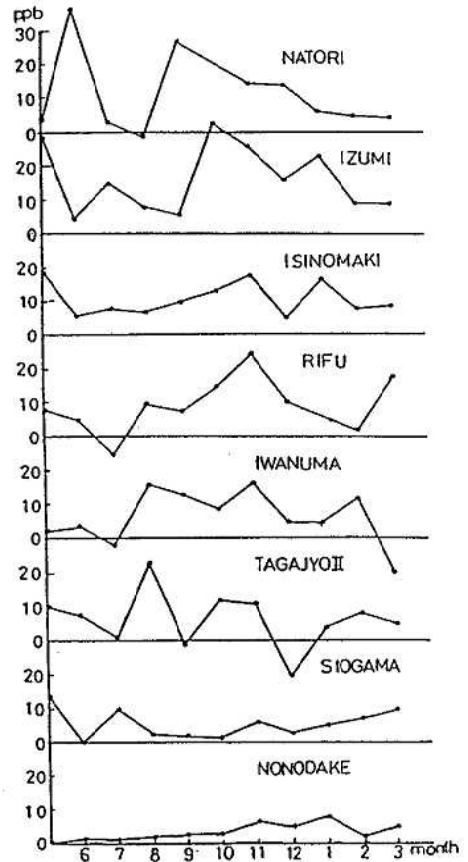


図3 比較セルおよび測定セルからの出力の差による指示値の変化

ると，ほぼいずれの測定局でも，1ヶ月後には，比較セル側の出力の方がわずかに大きい値になっており，指示値は正の値であった。原因としては測定セルの汚れなどが考えられるが，少なくとも，機械的なドリフトは，測定値の正の誤差要因であり，吸収液交換時の感度復帰の原因ではなかったであろうと推測される。

**3.2 オキシダント計内に存在する細菌の経年変化、および地域差**

調査結果を表 2.1, 2.2 に示す。

この結果から、岩沼局について向流吸収管 1 回目の洗浄液中の細菌数は、 $10^6 \sim 10^7$  /ml であり、12月から3月にかけて多い傾向が見られた。更に、7月から10月にかけての2回目の洗浄液中の細菌数は、1回目洗浄液中の細菌数の約1/2であり1回目の洗浄ではほぼ洗浄されていると判断し得るが、11月から3月にかけては、2回目洗浄

表 2.1 オキシダント計内における一般細菌数の季節変化(岩沼局)

単位: 個/ml

| 測定月日  | 向流吸収管<br>1回目洗浄液    | 向流吸収管<br>2回目洗浄液    | 吸収液                |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 6. 9  | $<3.0 \times 10^5$ | $<3.0 \times 10^5$ | $<3.0 \times 10^5$ |
| 7. 5  | $1.3 \times 10^6$  | $2.4 \times 10^5$  | $3.9 \times 10^4$  |
| 8. 6  | $4.8 \times 10^6$  | $1.5 \times 10^5$  | $1.6 \times 10^3$  |
| 9. 1  | $1.1 \times 10^6$  | $9.5 \times 10^5$  | $1.3 \times 10^3$  |
| 10. 2 | $5.5 \times 10^6$  | $5.3 \times 10^5$  | $1.9 \times 10^3$  |
| 10.29 | $4.8 \times 10^6$  | $4.5 \times 10^5$  | $4.8 \times 10^4$  |
| 11.27 | $1.4 \times 10^6$  | $1.6 \times 10^6$  | $5.7 \times 10^5$  |
| 12.22 | $2.5 \times 10^7$  | $1.4 \times 10^7$  | $2.7 \times 10^5$  |
| 1.28  | $4.7 \times 10^7$  | $2.3 \times 10^7$  | $<3.0 \times 10^5$ |
| 2.23  | $4.3 \times 10^7$  | $1.3 \times 10^7$  | $1.5 \times 10^5$  |
| 3.23  | $3.0 \times 10^7$  | $9.5 \times 10^6$  | $9.6 \times 10^4$  |

表 2.2 オキシダント計内における一般細菌数の季節変化(多賀城II局)

単位: 個/ml

| 測定月日  | 向流吸収管<br>1回目洗浄液    | 向流吸収管<br>2回目洗浄液    | 吸収液                |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 6. 6  | $2.15 \times 10^5$ | $5.65 \times 10^4$ | $<3.0 \times 10^3$ |
| 7. 7  | $7.2 \times 10^5$  | $6.6 \times 10^4$  | $5.7 \times 10^3$  |
| 7.29  | $6.5 \times 10^6$  | $2.4 \times 10^5$  | $3.1 \times 10^3$  |
| 8.28  | $9.7 \times 10^6$  | $1.8 \times 10^6$  | $<3.0 \times 10^3$ |
| 9.24  | $2.4 \times 10^6$  | $6.5 \times 10^6$  | $6.8 \times 10^3$  |
| 10.22 | $4.4 \times 10^6$  | $3.0 \times 10^5$  | $5.8 \times 10^4$  |
| 11.20 | $10^7 <$           | $10^6 <$           | $6.2 \times 10^5$  |
| 12.16 | $3.0 \times 10^7$  | $3.9 \times 10^6$  | $1.3 \times 10^6$  |
| 1.22  | $4.0 \times 10^7$  | $1.1 \times 10^7$  | $<3.0 \times 10^5$ |
| 2.19  | $1.7 \times 10^7$  | $7.0 \times 10^6$  | $1.7 \times 10^5$  |
| 3.19  | $7.4 \times 10^6$  | $7.8 \times 10^6$  | $1.6 \times 10^5$  |

液中にも1回目洗浄液と同程度の菌数が維持されていた。また、8~10月にかけては、1回目洗浄液と吸収液中の細菌数との差が $10^3$ 程度であるのに対し、11~3月では $10^2$ 程度で差が小さいという傾向が見られた。多賀城II局についても、ほぼ同様な傾向であった。以上の結果より顕著な地域差は認められなかったが、オキシダント計内に生息している細菌は、夏と冬では性状に何らかの違いがあるものと思われる。

**3.3 向流吸収管の洗浄液中の細菌数と感度復帰との関係**

筧岳局における向流吸収管中の一般細菌数および感度復帰率を表3に示す。

ここで、感度復帰率とは、向流吸収管洗浄後の $O_3$ 測定値分の $Ox$ 測定値に対する、洗浄後の $O_3$ 測定値分の $Ox$ 測定値から洗浄前の $O_3$ 測定値分の $Ox$ 測定値を引いた値の割合とする。

6/21, 8/21, 10/16のように、1回目洗浄と、2回目洗浄液での一般細菌数の差が大きく、更に、2回目洗浄液中の細菌数が $10^2 \sim 10^3$ 程度である場合(これは、良く洗浄されている状態であると考えられるが、)に感度復帰率は大きい傾向にあった。

表 3 オキシダント計内における一般細菌数の季節変化と感度復帰率(筧岳)

単位: 個/ml

| 測定月日  | 向流吸収管<br>1回目<br>洗浄液 | 向流吸収管<br>2回目<br>洗浄液 | 吸収管                | 感度<br>復帰率<br>(%) |
|-------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| 5.15  | $1.8 \times 10^5$   | $2.2 \times 10^4$   | $3.4 \times 10^4$  | 20               |
| 6.21  | $1.5 \times 10^4$   | $<3.0 \times 10^2$  | $6.1 \times 10^4$  | 23               |
| 7.17  | $1.3 \times 10^5$   | $1.4 \times 10^4$   | $1.1 \times 10^5$  | -16              |
| 8.21  | $1.6 \times 10^6$   | $4.9 \times 10^3$   | $1.9 \times 10^4$  | 29               |
| 9.19  | $1.9 \times 10^5$   | $1.6 \times 10^4$   | $4.8 \times 10^4$  | 3                |
| 10.16 | $1.5 \times 10^4$   | $1.6 \times 10^2$   | $2.3 \times 10^4$  | 20               |
| 11.25 | $2.4 \times 10^6$   | $3.8 \times 10^5$   | $7.7 \times 10^4$  | 4                |
| 12.18 | $1.2 \times 10^6$   | $1.7 \times 10^4$   | $8.5 \times 10^5$  | 11               |
| 11.13 | $1.4 \times 10^6$   | $8.2 \times 10^4$   | $8.2 \times 10^4$  | -12              |
| 12.21 | $1.4 \times 10^6$   | $3.8 \times 10^4$   | $5.1 \times 10^4$  | 20               |
| 3.12  | $1.9 \times 10^5$   | $1.4 \times 10^4$   | $<3.0 \times 10^4$ | 11               |

$$\text{感度復帰率(\%)} = \frac{Ox(2)/O_3(2) - Ox(1)/O_3(1)}{Ox(2)/O_3(2) \times 100}$$

$Ox(1), O_3(1)$ : 洗浄前の $Ox$ および $O_3$ の測定値  
 $Ox(2), O_3(2)$ : 洗浄後の $Ox$ および $O_3$ の測定値

### 3.4 殺菌剤の使用について

吸収液中に、 $\text{NaN}_3$  (0.1% W/V) を添加すると通常の保守点検内の日数 (4 週間) では、吸収液中および向流吸収管内に、細菌がほとんどみとめられない程の効果がある。(表 4)

表 4 殺菌剤の効果について  
単位：個/ml

| 測定箇所<br>経過日                  | 吸 収 液             |                   |                   |                   | 向 流<br>吸 収 管      |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                              | 0                 | 14                | 28                | 31                | 31                |
| 0.1% $\text{NaN}_3$<br>添 加   | $4.1 \times 10^2$ | $< 3.0 \times 10$ | $< 3.0 \times 10$ | $< 3.0 \times 10$ | $< 3.0 \times 10$ |
| 0.1% $\text{NaN}_3$<br>無 添 加 | $4.2 \times 10^2$ | $2.2 \times 10^5$ | $3.5 \times 10^5$ | $3.8 \times 10^5$ | $2.9 \times 10^5$ |

しかし、オキシダント計内で吸収液が活性炭フィルターを通過するため、 $\text{NaN}_3$  添加の方は、活性炭フィルター内で気泡が発生し、その気泡が、比較セル、向流吸収管、測定セルを通過するのにもない、指示値に正の影響をおよぼしていることが、明らかになっている。

オキシダント測定妨害にならず、吸収液中に安定に存在し、更に、環境に対し有害な物質であってはならないなどの条件を満足し得る殺菌剤の使用による感度低下防止の方法には、さらに検討の必要がある。

### 4. ま と め

- 1) オキシダント計に機械的なドリフトが認められた。これは、1ヶ月ごとの保守点検時に比較セルと測定セルからの出力を調べる事により明らかになった。さら

に、比較セルと測定セルに同じ吸収液を満たし、それぞれのセルからの出力の差を調べることにより、このドリフトはわずかながら、比較セル側の出力が大きく測定値には、正の影響を与えるものである事がわかった。従って、保守点検時に見られる感度復帰現象の要因とは考えられない。

- 2) オキシダント計、特に向流吸収管内に生息する細菌の数は、オキシダント計が設置されている地域による差は認められない。又、夏期と冬期では、細菌の性状に何らかの違いがあるものと思われる。
- 3) 向流吸収管が良く洗浄された状態では、感度の復帰率も大きい傾向にある。
- 4) 吸収液中に殺菌剤を添加する方法では、殺菌の効果は認められても、指示値に影響を与えるなどの問題があり、殺菌剤による感度低下防止の方法は、さらに検討が必要である。

### 謝 辞

本調査で測定機を使用させて頂きました電気化学計器㈱、および保守点検時のサンプリングに協力して下さいました日本電気興業㈱の各位に深謝致します。

### 参 考 文 献

- 1) 北村洋子, 仁平 明, 菊池 格, 加藤信男: 細菌によるオキシダント計の感度低下, 大気汚染学会誌, 22 P 36 ~ 43 (1987)
- 2) 常時監視物質測定等検討会: オキシダント自動測定機の指示値に対する温度影響等について, 昭和61年7月

## 24 釜房ダム湖上流における市街地負荷特性について

松浦 勉\* 佐々木久雄 藤原 秀一  
齋藤 善則 伊藤 孝一 清水 正夫

仙台市の水源となっている釜房ダム上流の市街地汚濁負荷について、その流出特性と、下水道整備後の効果判定の基礎資料とするため、市街地上流と下流で、非降雨日と降雨日の通日調査を実施した。非降雨日については、昭和61年9月1日から2日に、降雨日については、300ミリの降雨のあった昭和61年8月4日から5日に調査を実施し、非降雨時の市街地負荷は、生活パターンに影響され、日変化していること、人為汚濁負荷削減のために下水道整備は、かなりの効果が期待できること、及び降雨時の負荷はかなり大きく、下水道整備後も課題として残るものと思われること等が判明し、水質保全上の重要な資料とすることができた。

### 1. はじめに

市街地の汚濁負荷については、これまで多数の文献があり、1人当たりの汚濁負荷量原単位が示される等、ほぼ確立されたものとして取り扱われている。しかし、一方では、生活様式等の違いによって、かなりのバラツキがあるものと考えられている。本調査は、湖沼水質保全特別措置法による、指定湖沼の対象となっている釜房ダム上流部において、市街地負荷としてどれだけの流出量があるのか、また、現在進められている下水道整備事業によって、ダム湖に流入する負荷量の減少にどれだけの影響があるのかを、確認する目的で実施したものである。調査は、降雨日と非降雨日に実施し、市街地負荷の、降雨の影響についても、若干の知見を得たので併せて報告する。

### 2. 調査方法

#### 2.1 調査地点

図1に調査地点を示した。

川崎町中心部の国道286号線の南側の市街地約17.5ha人口475人を対象に、西から東に流下する生活用排水路の上流と下流に、調査地点を設けた。そして、下流の負荷量から上流の負荷量を差し引いて、この区間の市街地の汚濁負荷量とした。



図1 市街地負荷量調査地点

\* 現 宮城県気仙沼保健所

#### 2.2 採水方法及び回数

降雨時の調査は、昭和61年8月4日から5日にかけて非降雨時の調査は、昭和61年9月1日から2日にかけて実施した。

採水は、下流地点では自動採水器を用いて1時間毎に、上流地点では昼間は1時間毎に、夜間は3時間毎に、手動採水を実施し併せて流量の測定も実施した。測定回数は、1調査につき上流地点で16回、下流地点で24回で、流量は手動採水時に合わせてそれぞれ16回ずつ実施した。

#### 2.3 分析項目及び分析方法

表1のとおり。

表1 分析方法

| 項目                 | 分析方法                  | 備 考                     |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|
| pH                 | ガラス電極法                | JISK 0102               |
| BOD                |                       | "                       |
| COD                | 100℃における酸性過マンガン酸カリウム法 | "                       |
| SS                 | GFPろ過法                | "                       |
| Cl <sup>-</sup>    | モール法                  | "                       |
| NH <sub>4</sub> -N | インドフェノール法             | " *オートアナライザー            |
| NO <sub>3</sub> -N | スルファミン・ナフチルエチレンジアミン法  | 衛生試験法注解*                |
| NO <sub>2</sub> -N | Cu-Cdカラム還元法           | 海洋観測指針*                 |
| T-N                | 告示法<br>(Cu-Cdカラム還元法)  | 分解アルカリ性ペルオキシ二硫酸カリウム*    |
| PO <sub>4</sub> -P | アスכולビン酸還元法           | *                       |
| T-P                | 告示法<br>(アスכולビン酸還元法)  | 分解ペルオキシ二硫酸カリウム*         |
| 導電率                |                       | 東重 CM-6A                |
| 流量                 |                       | 電気流速計CM-1B型<br>(KK東邦電探) |

### 3. 結果と考察

図2には、非降雨時における市街地上流部と下流部の流量と主な項目の測定結果の日変化を示している。流量は上流部でやや大きい値を示しているが、上、下流部とも日変化は大きくなく、1日を通して安定した流量となっている。BOD、COD等の水質は、上流部では、大きな

日変化は示さなかったが、下流部では、日変化が大きい。この日変化は、BOD、CODに特に顕著に認められる。即ち午前7時項、午後1時項及び午後6時項にピークが認められ、夜間、午前0時から午前6時項までは、比較的低濃度で推移している。

T-NとT-Pについては、午前7時項と午後6時項にやや大きい値を示しているが、午後1時項のピークは認められない。また、午後4時の採水時にはT-NとT-Pで、午前0時にはT-Pでかなり大きな値を示しているが、日常生活排水による影響というよりは、サンプリング時の異常と考えられる。

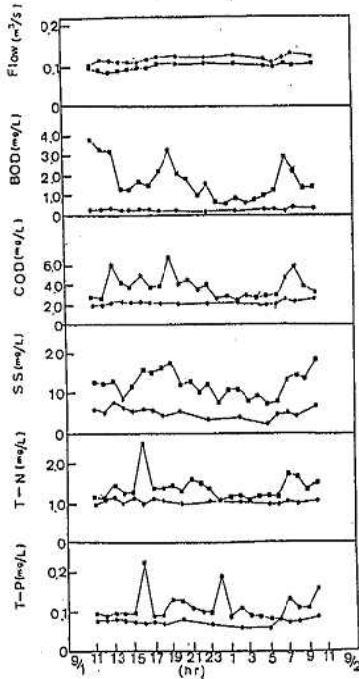


図2 市街地の平常時における水質の日変化

図3には、各項目の負荷量の日変化を示している。流量がほぼ安定しているので、ほぼ濃度変化と同様のパターンを示しており、BOD及びCODについては、朝、昼、夕のピークが明瞭である。また、午前3時から6時までの生活休止時の負荷が小さくなっており、これを市街地負荷のバックグラウンド値とみれば、これらを越える部分が下水道によってカットされる部分と考えられ、下水道の整備はかなりの効果が期待される。

図4、図5は同様に降雨時調査の時間降雨量、流量、各項目の水質、負荷量を示している。この日の降雨は、昭和61年8月4日午前10時の降り始めから、8月5日午後1時の降り終わりまで、300ミリを記録し、時間降雨量も20ミリを越える激しいものであった。このため、流量も非降雨時の2倍以上を示し、降雨強度とはほぼ同様の動きを示した。しかし、8月5日午前5時以後は水路から

水があふれ正確な値とはいえない。COD、SS及びT-Pの濃度は、時間降雨強度とかなり似かよった動きを示し、流量の増加とともに急激に濃度も上昇しているが、BOD、T-Nについては、ゆるやかな上昇を示しており、降雨時における水質は、SSの増加によってCOD

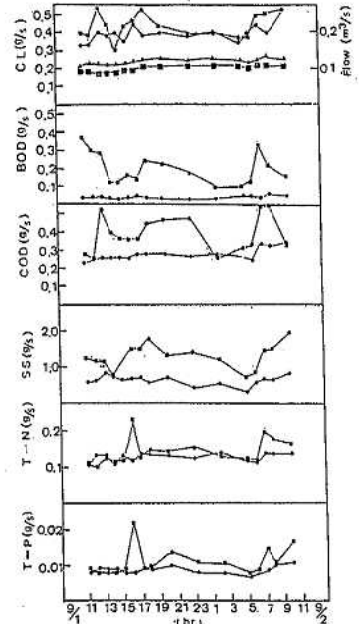


図3 市街地の平常時における流出負荷量変化

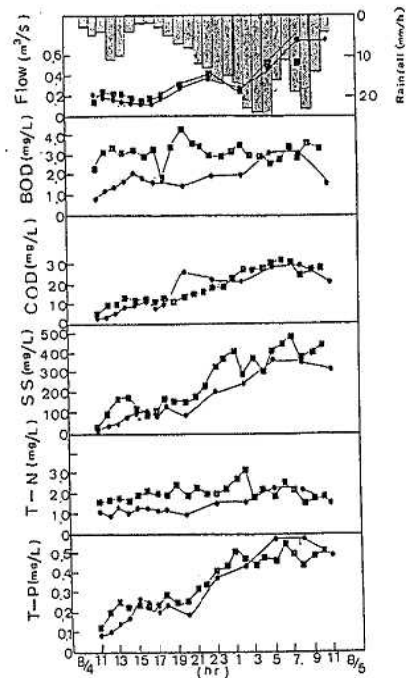


図4 降雨時の水質変化

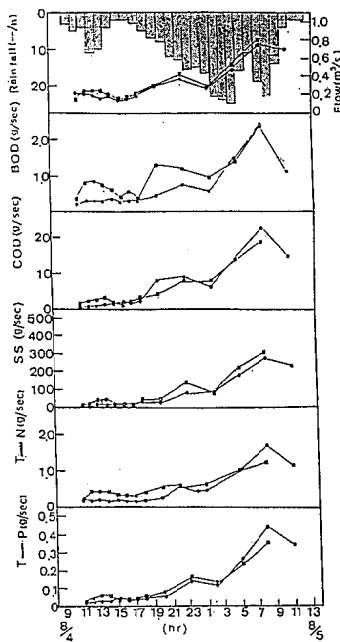


図5 降雨時における流出負荷量変化

とT-Pに強く影響を与えるものと思われる。負荷量の変化については、生活パターンによる日変化が降雨や流量の増大による変動にマスキングされた形になっており、非降雨時にみられたような日変化は認められない。

図6、図7には、非降雨時と降雨時の流量と負荷量の関係を示した。一般に人為汚濁の少ない河川では、 $L=aQ^b$ の関係が成り立つことが知られており、<sup>2)3)</sup>降雨時、非降雨時について対数プロットしてみると、降雨時には、各項

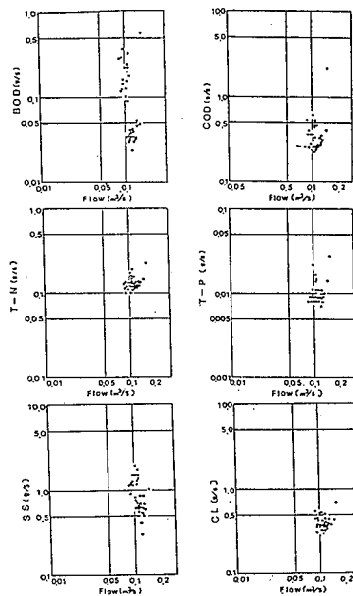


図6 非降雨時の流量と負荷量の関係

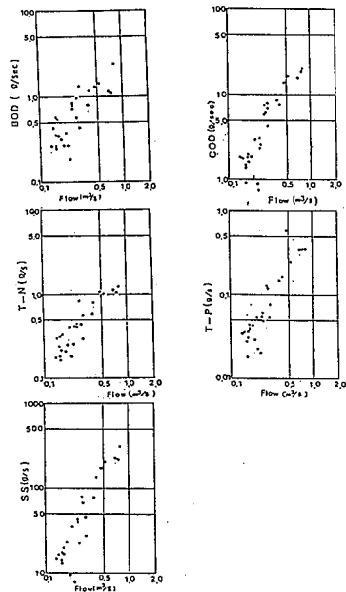


図7 降雨時の流量と負荷量の関係

目とも相関係数0.9以上で表現される。一方非降雨時には、一定の流量線上に直線的にプロットされ、 $L=aQ^b$ では表現されず、負荷量変動は、人為汚濁の影響を強く受けていることがわかる。

表2には、降雨時と平常時の汚濁負荷量を示した。これによると、時間降雨量20ミリ程度の降雨時は、非降雨時に比べ、BODで2.4倍、CODで6.3倍、SSで48倍、T-Nで10.8倍、T-Pで5.7倍もの負荷が流出することがわかる。下水道の整備によって、人為汚濁負荷の大部分は削減されるものと思われるが、負荷量の大きい降雨時の市街地負担は、依然として、下流の釜房ダム湖に流入することになり、今後の水質保全上の課題と考えられる。

表2 市街地における降雨時負荷強度比

| 項目  | 降雨時負荷 (kg/d) | 平常時負荷 (kg/d) | 降雨時負荷強度比 |
|-----|--------------|--------------|----------|
| BOD | 31.8         | 13.2         | 2.40     |
| COD | 89.3         | 14.0         | 6.37     |
| SS  | 2,622        | 54.2         | 48.37    |
| T-N | 16.2         | 0.489        | 10.87    |
| T-P | 1.38         | 0.239        | 5.77     |

#### 4. まとめ

湖沼水質保全特別措置法による指定湖沼の対象となっている、釜房ダム湖上流部の市街地の負荷について、その特性と下水道整備後の負荷削減効果等について調査した。その結果、以下のことが判明し、釜房ダム湖の水質保全行政上の基礎資料となった。

- (1) 非降雨時の市街地負荷は、生活パターンに強い影響を受け、午前7時、午後1時及び午後7時項にピークを示した。
- (2) 現在建設途中の下水道は、1人・1日当たり、BODで24g、CODで28g、T-Nで3g、T-Pで0.5g程度の削減が期待でき、釜房ダム湖の水質保全上、大きな役割を果たすものと考えられる。
- (3) 降雨時の市街地負荷は、非降雨時に比べて2.4倍から48倍も大きく、下水道整備後も水質保全上の課題と考えられる。

今後は、下水道に取り入れられない畜産や水田等の負荷についても、その実態を明らかにし、水質保全上の基

礎的な資料を整備していくことが必要であると考えられる。

終りに、調査地点の選定、背景調査等で多大な御協力をいただいた、仙南保健所環境公害課、試験検査課の皆様に、厚く御礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 1) 環境庁事務連絡：環境庁水質管理課S. 61. 3.12
- 2) 海老瀬潜一：霞ヶ浦流入河川の流出負荷量変化とその評価、国立公害研究所研究報告21（1978～1979）
- 3) 海老瀬潜一：降雨時流出負荷量算定のための回帰モデル、衛生工学論文集第20巻（1984）



## 25 除草剤CNPの微生物分解率

—培養温度の相違について—

伊藤 孝一 藤原 秀一 松浦 勉\*  
佐々木久雄 清水 正夫

栗駒ダム上流より石巻河口および追波湾での25地点の試水を使用してCNPの分解性について検討した。CNPの環境水中での分解は微生物によって還元されCNPのニトロ基がアミノ基となり、最終的には二酸化炭素に分解すると考える。

CNPの分解率は20℃の培養温度で高いことから、CNPの分解に関する微生物の適温は20℃前後であることが明らかとなった。

CNPの分解率と溶解性CODとの間には相関関係がほとんど認められなかった。地域間に大きな差が見られるのは、その場に存在する微生物相の違いによるものと推定する。

### 1. はじめに

農業の環境中での挙動を明らかにしておくことは環境保全の面から重要であり、CNPは現在最も多量に消費されている農業の一つであり、水域環境中に排出されたCNPは生物等に蓄積し、汚染された食用動物を介して人が影響を受ける恐れもあり、公衆衛生上等閑視できない問題を包含している。

これまで、著者等<sup>1)</sup>は北上川流域の各河川水のCNP残留濃度の推移を調査し、CNP散布後、1~2週間の5月中旬に最高値0.6から1.6ppbの値を示し、その後急激に減少することがわかった。また、環境水中の微生物によってCNPが分解されることを明らかにした。一方、地点によりCNPの分解率に大きな差が見られ、COD等との間に相関関係がやや認められたので、採水地点数を多くして、CNP分解率と溶解性CODとの間の相関関係を調べた。更に、CNP分解性試験の培養温度についても検討した。CNPの水域における分解性の地域特性を把握する目的で、迫川の河川水を中心に、湖沼水および海水を用いてCNPの分解率を検討したので報告する。

### 2. 調査方法

CNP分解性試験は比較的簡便な方法として大阪大学で開発した化学物質の水中分解性試験法<sup>2)</sup>を応用し、ほぼ前報<sup>1)</sup>と同様な方法で行った。

微生物源として、図1に示すようにCNPの汚染影響のほとんどなく、比較的良好な水質が保たれている栗駒ダム上流(採水地点番号; 1)から石巻河口(22)までの迫川を中心として、荒川、旧迫川、江合川、北上川、旧北上川および追波湾等のいろいろなCOD値の25地点より61年6月30日に採水し、それぞれを東洋ろ紙No. 2を

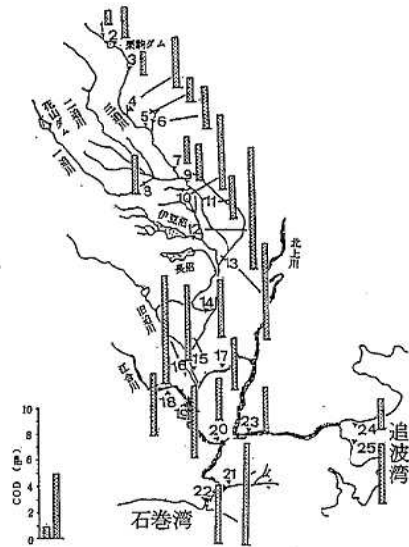


図1 CNPの微生物分解率調査地点と各地点の溶解性COD

を用いて、ろ過したものを試水とした。

各地点の試水と滅菌した0.2%ペプトン溶液を等量混合し、有栓試験管に10mlづつ分注し、これらにアセトンに溶解したCNPを2mg/lになるように添加した。一方、対象液として、それぞれを滅菌し、無菌状態のものを使用した。試験管を30°の勾配に傾け、暗所で15、20および30℃の培養温度で、120r.p.m.の往復振とうを行い、3日経過後、CNPおよびCNPアミノ体をn-ヘキサンで抽出し、さらに、2%シリコンOV-17のECD (Ni<sup>63</sup>)-GCで分離定量を行った。ガスクロマトグラフィによって検出されたピークの同定は前報と同様に、標準物質の保持時間とGC-MSによって確認した。

\* 現 宮城県気仙沼保健所

### 3. 結果と考察

#### 3.1 CNPとCNPアミノ体の同定

若柳水質自動監視地点(11)の試水を代表として使用し、CNPとその代謝物であるCNPアミノ体の同定を検討した。試水にCNPを添加し、各培養温度で培養し、*n*-ヘキサンで抽出し、ECD-GCにかけたのが図2であり、ピーク1とピーク2がそれぞれの培養温度で検出された。

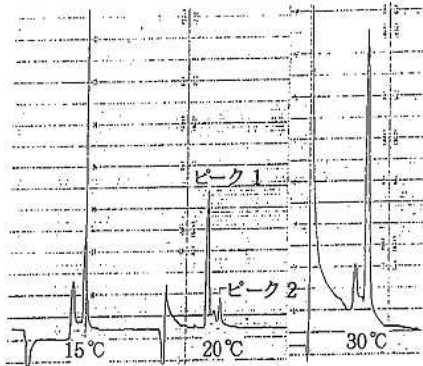


図2 各培養温度におけるCNPとその代謝物のガスクロマトグラフ(No.11地点)

図2のピーク2はCNP標準品のガスクロマトグラフィの保持時間とはほぼ一致すること、また、図3のGC-MSの開裂パターンより、このピーク2の物質の分子量は317で、フラグメンテーションおよびその相対強度が標準品と一致したことからCNPと同定した。このC

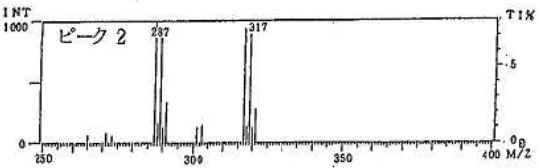
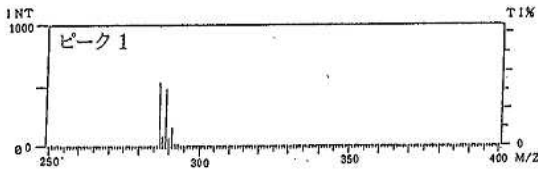


図3 ピーク1とピーク2のGC/MSスペクトル

NPは培養液に添加したもので微生物によって分解されなかった残りのものである。一方、ピーク1の保持時間はピーク2のCNPより短く、またGC-MSによる分子量が287であることから、ピーク1はCNPの代謝分解物であるCNPアミノ体であると同定する。

鍛塚等<sup>3)</sup>は土壌中の微生物によって、CNPはアミノ体を生成し、アミノ基の水酸化、エーテル結合の切断を受け、ベンゼン環開裂を起こし、最終的には二酸化炭素になると

推定している。今回の実験においても、CNPアミノ体を検出されることから、鍛塚等<sup>3)</sup>が述べている分解経路と同様に河川水等でも分解されるのではないかと推定する。

#### 3.2 各培養温度におけるCNP分解率

CNPを試水に添加し、滅菌した系、すなわち、対象液では3日後のCNP濃度は初期濃度とほとんど同じであり、したがって、各地点の試水にCNPを添加して得られたCNP量の減少は、河川水等に存在する微生物がCNPの分解に関与したことは明らかである。

CNPの分解率は対象液のCNP量より、3日経過後の残存量を差し引いた値を百分率で示した。各培養温度における河川等のCNP分解率を図4、5および6に示した。

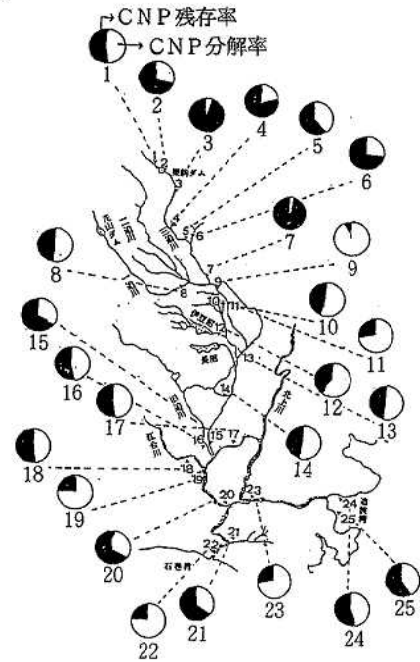


図4 培養温度15°Cにおける河川等のCNP分解率

15°Cの培養温度では、佐野橋(3)とすぎばし(6)において、CNPの分解率が非常に低く、4%の分解率にすぎない。一方、7と9地点は近い距離にあるが、分解率を比較すると非常に大きな違いが認められた(図4)。

20°Cの培養温度では、CNPの分解率が一般に高いが、上流と下流域および海水では比較的分解率が低いような傾向が認められた(図5)。

30°Cの培養温度では、図6から明らかなように、CNPの分解率は15および20°Cの培養と比較すると各地点において低く、地域による大きな差がみられなかった。

図7は若柳水質自動監視地点(11)におけるCNPとその分解物の存在比を示したものである。この地点は培養温度の違いによるCNPの分解率をよく表わしている。分解率が高い、すなわち、CNPが少ないとCNPアミ

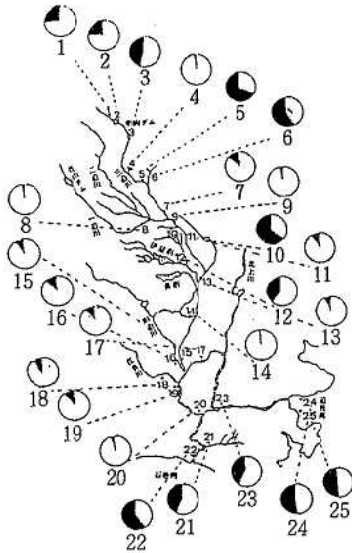


図5 培養温度20°Cにおける河川等のCNP分解率

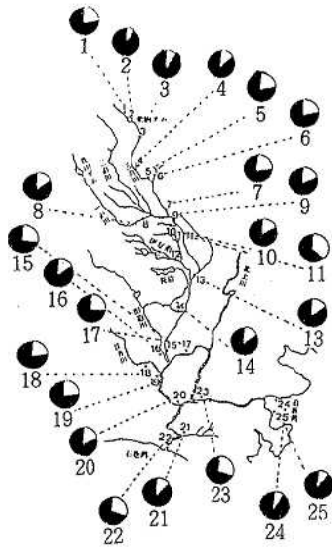


図6 培養温度30°Cにおける河川等のCNP分解率

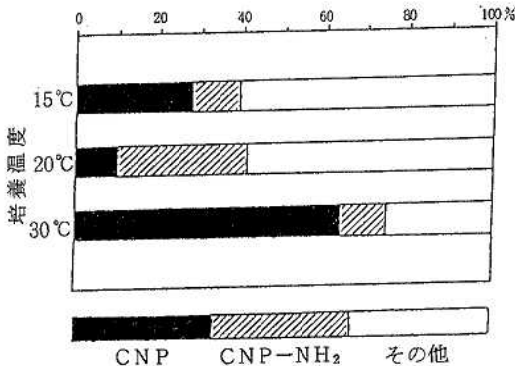


図7 NO.11地点におけるCNPとその分解物の存在比

ノ体が多くなることを示している。

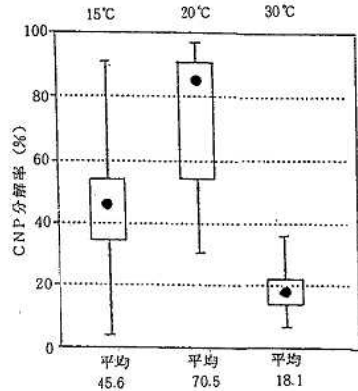


図8 各培養温度におけるCNP分解率の比較

図4, 5および6をまとめると図8のようになる。図8は各培養温度におけるCNP分解率の平均値, 中央値, 75%値, 最高および最低値を一つの図にまとめた。この図から明らかのように, 分解率の高いのは20°Cの培養温度であり, 30°Cでは非常に低かった。このことから, CNPの分解に関与する微生物の適温は20°C前後でないかと推定する。

3.3 CODとCNP分解率との相関関係について

前報<sup>(1)</sup>において, 地点数が9地点と少ないが, CODとCNP分解率とに相関関係がやや認められたことから, 図1に示すようないろいろの溶解性COD値(1.0~9.4 mg/l)の地点より採水した。溶解性のCODを使用したのは, 分解性試験の微生物源として, ろ過したものを試水として使用するためである。

相関係数 0.226      b = 36.3194  
 $Y = aX + b$       サンプル数 25  
 a = 2.19723

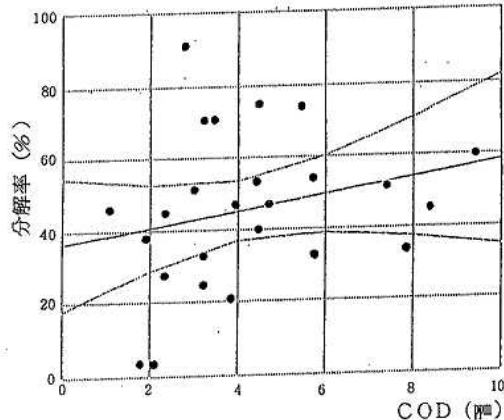


図9 河川等のCODとCNP分解率(15°C)の関係

図9より明らかのように, 溶解性CODとCNP分解率との間にはほとんど相関関係が認められなかった。CNPの

分解率において、図4、5および6に示すように、地域間に大きな差が見られるのは、水質の違いよりも、そこに存在する微生物の種類および増殖度に起因すると考える。

#### 4. まとめ

良好な水質が保たれ、CNPの汚染のない栗駒ダム上流より、水質汚濁の進んだ石巻河口までと、追波湾のいろいろな水質を試水としてCNPの分解性について検討し、次のような結果が得られた。

- 1) CNPの分解は水中微生物によって、CNPのニトロ基がアミノ基に還元される経路を通ることを確認した。
- 2) 20℃の培養温度で、CNPの分解率が高いことから、CNPの分解に寄与する微生物の適温が20℃前後である

と推定する。

3) CNPの分解率と溶解性CODとの間には相関関係が認められなかったことから、地域間において、CNP分解率に大きな違いが見られるのは、水質の違いよりもそこに存在する微生物の種類および増殖度に起因すると考える。

#### 参 考 文 献

- 1) 伊藤孝一，他；宮城県保健環境センター年報，4，113（1986）
- 2) 大阪大学薬学部衛生化学教室：環境庁保健調査室編，P148，（1983）
- 3) 鍬塚昭三；農薬科学，3(3) 107（1976）

## 26 各種排水の急性毒性について

## —し尿処理場排水の急性毒性—

齋藤 善則 藤原 成明 石山 正記  
吾妻 正道 阿部 時男 清水 正夫

し尿処理場排水の魚類に対する急性毒性について、同一処理場で長年の間に、順次排水処理方式を改善していく段階において、どのように変化してきたかを処理水質とあわせて調査した結果、処理方式により急性毒性が著しく異なることが明らかになった。

また、アンモニアと無機炭素の相乗作用に与えるカルシウム (Ca) とマグネシウム (Mg) の影響を調べたところ、Ca が 200~400 mg/l 含有すると毒性が低下することがわかった。しかし、Mg はほとんど影響を与えなかった。

アンモニアと無機炭素の相乗作用の曲線を Ca の濃度別に作成すると Ca 無添加のものとは Ca が 200~400 mg/l のものに大きく二つに分かれた。

無機炭素は  $\text{CO}_3^{2-}$  と  $\text{HCO}_3^-$  とで急性毒性に差は見られなかった。

## 1. はじめに

昭和60年度には、県内の各種工場排水の急性毒性について調査を実施した。<sup>1)</sup> その結果、し尿処理場下水処理場などでは、原因物質はアンモニア ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) と無機炭素 (IC) の相乗作用による急性毒性であることが明らかになった。また、処理場によって、急性毒性の強弱が見られたことから、設計諸元、処理方式などが関与しているものと考えられ、今回はし尿処理場1か所を対象として、排水処理方式と水質および魚類に対する急性毒性について、本調査を実施した。

さらに、昭和56年度に河川の魚毒に関する調査で明らかになった  $\text{NH}_4\text{-N}$  と IC の相乗作用<sup>2)</sup> は魚類のへい死事故などに活用してきたが、Ca 濃度が高くなると死亡する魚が少なくなり、計算値と実測値で大きな差が見られた。工場排水はさまざまな処理が行われており、それに伴い、河川水に比べ共存塩類が多い。この共存塩類の中で特に Ca と Mg に着目して、 $\text{NH}_4\text{-N}$  と IC の相乗作用に与える影響についても実験を行ったので合わせて報告する。

## 2. 調査方法

## 2.1 対象処理場

昭和41年に操業を開始して以来、順次改善を重ねながら現在に到っているし尿処理場であり、その処理方式の変遷は表1のとおりである。また、そのフローシートを図1に示す。

## 2.2 試薬

$\text{NH}_4\text{-N}$  と IC の相乗作用の曲線を求めるために使用した試薬は  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、および  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  である。これであらかじめ 2,000 mg/l、1,000 mg/l、500 mg/l 溶液を作り、それぞれの濃度に希釈した。また、試水の pH 調整には NaOH 溶液と HCl 溶液を使用した。

## 2.3 水質分析および急性毒性試験方法

水質分析および急性毒性試験方法は J I S K 0102 に準じた。供試魚種は中国原産のアカヒレを使用した。採水は滅菌槽の前で行い、この供試液を希釈、あるいは凍結濃縮し、各対数値の間隔が等しくなるように作成した試水を 100 ml、直径 12 cm、深さ 3 cm のフタ付シャーレに入れ、アカヒレ 7 尾を加えて 48 時間半数致死濃度 (48hr L C50) を求めた。

表1 排水処理方式

| 排水処理方式                            | 能力 (Kl/日) | 排水量 (m <sup>3</sup> /日) | 使用開始年月日     |
|-----------------------------------|-----------|-------------------------|-------------|
| 嫌気性消化 (37℃, 24日) 活性汚泥             | 90        | 1,640                   | S 41. 9. 1  |
| 嫌気性消化 (37℃, 24日) 活性汚泥 生物膜、凝集沈殿    | 90        | 2,000                   | S 50. 9. 1  |
| 嫌気性消化 (37℃, 24日) 活性汚泥、硝酸化生物膜、凝集沈殿 | 90        | 2,000                   | S 52. 2. 15 |
| 嫌気性消化 (40℃, 20日) 活性汚泥、硝酸化生物膜、凝集沈殿 | 110       | 2,000                   | S 57. 8. 1  |
| 二段活性汚泥 (低希釈法) 凝集沈殿、オゾン酸化ろ過、活性炭吸着  | 160       | 1,600                   | S 62. 2. 1  |

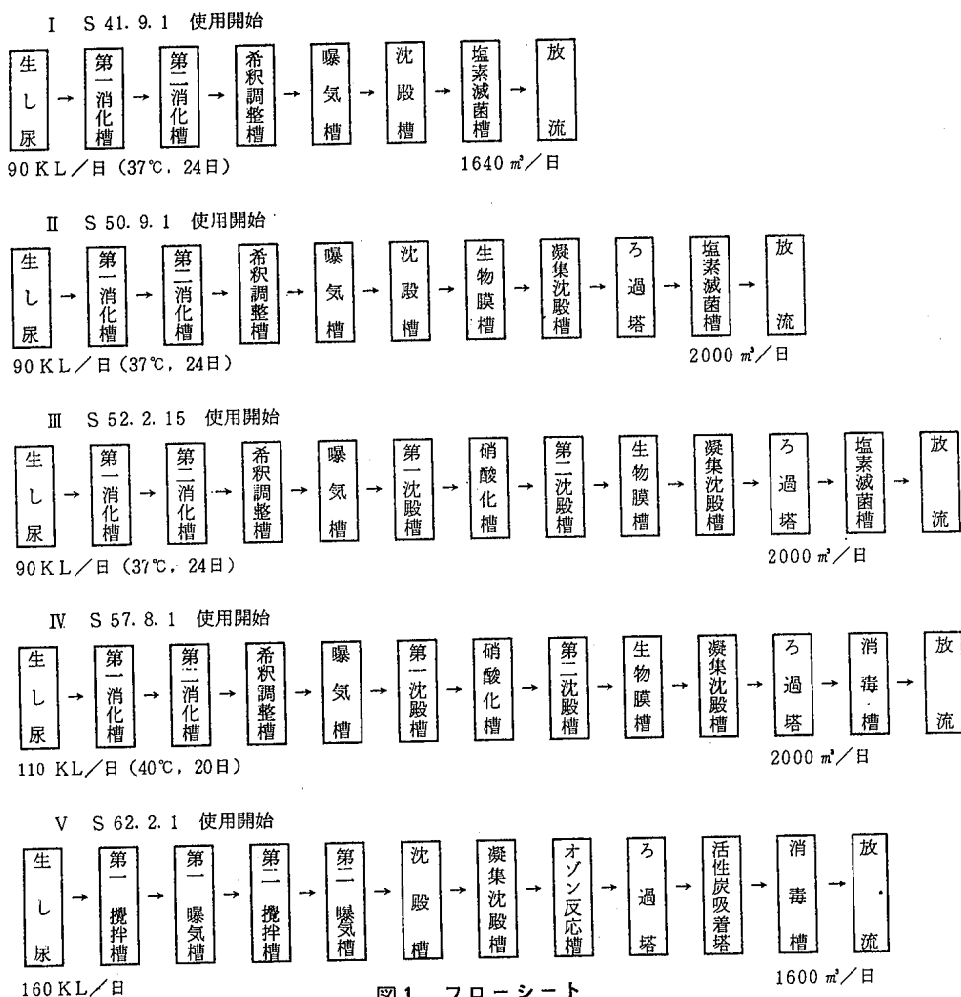


図1 フローシート

### 3. 結果および考察

#### 3.1 し尿処理場

排水処理方式、および処理能力は表1に、そのフローシートは図1に示す。昭和41年に処理開始して以来、処理水質の変化は図2および表2のとおり、処理施設の改善と共に向上している。<sup>3)</sup>昭和50年には生物膜と凝集沈殿処理、昭和52年にはさらに硝酸化槽の三次処理施設を増設した。増設前の水質はBODが30~70mg/l、CODが37~85mg/l、48hrLC50は未測定のため不明である。増設後ではBODが20mg/l以下、CODが30~40mg/lとなり、昭和57年6月の48hrLC50では72%で、表2に示すようにNH<sub>4</sub>-Nが42mg/l、ICが32mg/lと高濃度に含まれていた。

し尿投入量の増加に伴い、昭和57年8月には消化温度を37℃から40℃に上げ、処理能力を90klから110klに増加し、さらに硝酸化槽の増設も行った。増設直後に採水したもので、BODが21mg/l、CODが49mg/l、NH<sub>4</sub>-N

が124mg/l、ICが56mg/l、そして48hrLC50は29%と悪化したもの、それ以降はBODが10mg/l以下、CODが30~40mg/l、NH<sub>4</sub>-Nが0.39~18mg/l、ICが12~14mg/lと低下したのに伴い、48hrLC50は162~225%と原液(100%液)以上となった。すなわち、排水そのものでは魚が半数以上死亡することはなくなった。しかし、昭和61年11月採水のもので、48hrLC50が実測値で225%、NH<sub>4</sub>-NとICの相乗作用だけなら計算値で900%となり、何らかの他の毒性物質も存在していることを示唆している。

これまで嫌気性消化法を主体として、三次処理施設を増設し、処理水質の向上をめざしてきたが、昭和62年にはBOD、CODの有機性汚濁物質のみならず、総窒素、総リンの除去も考慮して、脱窒もそなえた低希釈二段活性汚泥法に全面的に更新した。さらに凝集沈殿、オゾン酸化、活性炭吸着の三次処理を行い、処理水質は一段と改善された。それに伴い、魚類に対する急性毒性も昭和62年5月以降、48hrLC50は860%となり、飛躍的に改善された。この処理方式では、NH<sub>4</sub>-NとICが低下し

表2 急性毒性と水質分析結果

| 採水月日                    | S 57. 6. 1 | S 57. 8. 4 | S 60. 12. 4 | S 61. 11. 25 | S 62. 3. 2 | S 62. 5. 19 | S 62. 6. 29 |
|-------------------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|
| 分析項目                    |            |            |             |              |            |             |             |
| PH                      | 7.8        | 7.8        | 7.8         | 7.8          | 7.8        | 6.8         | 6.7         |
| BOD mg/l                | 12         | 21         | 5.0         | 3.1          | 2.8        | 2.4         | 0.9         |
| COD mg/l                | 30         | 49         | 28          | 30           | 15         | 5.7         | 8.6         |
| TOC mg/l                | 17         | 23         | -           | 15           | 16         | 4.4         | 10          |
| SS mg/l                 | 7          | 7          | 8           | 8            | 9          | 2           | 1           |
| NH <sub>4</sub> -N mg/l | 42         | 124        | 18          | 0.39         | 0.21       | 0.20        | 0.09        |
| IC mg/l                 | 32         | 56         | 14          | 12           | 3.7        | 11          | 8.3         |
| CL <sup>-</sup> mg/l    | 221        | 304        | 212         | 230          | 159        | 439         | 533         |
| Ca mg/l                 | -          | -          | -           | 39           | 28         | 16          | 15          |
| Mg mg/l                 | -          | -          | -           | 4.3          | 2.3        | 14          | 15          |
| 48 hr LC50%             | 72         | 29         | 162         | 225          | 225        | 860         | 860         |

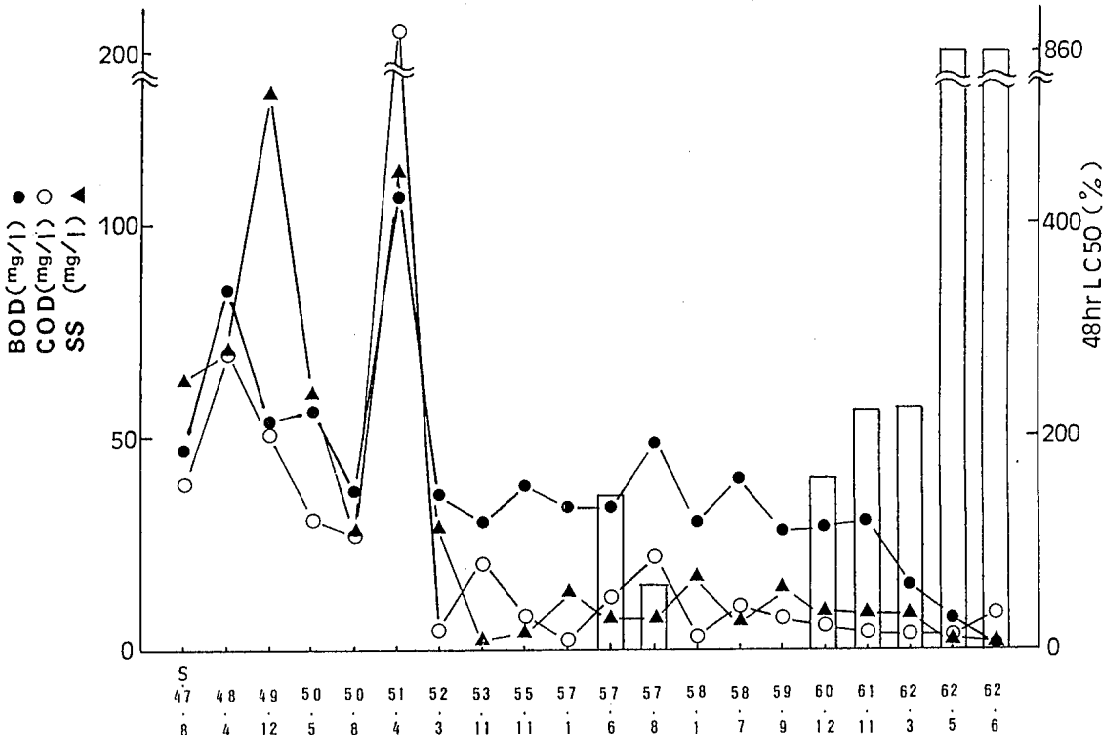


図2 急性毒性と処理水質

た時に、従来の方式で表われた相乗作用以外の毒性も消失した。

3.2 NH<sub>4</sub>-N と IC の相乗作用

3.2.1 Ca, Mg の影響

昭和56年に河川の魚毒に関する調査で明らかになった NH<sub>4</sub>-N と IC の相乗作用<sup>2)</sup>は、その後 Ca が多く含まれていると実測値と計算値で大きな差が見られることが時々あった。工場排水は凝集沈殿処理で消石灰が使われ

ることから、一般に Ca が高濃度に含まれていることが多い。そこで、Ca と同じアルカリ土類金属の Mg の添加濃度を変えて、相乗作用に与える影響を調べた。

NH<sub>4</sub>-N 25mg/l, IC 120mg/l をベースとして Ca 濃度を 0.20, 50, 100, 200, 300, 400 mg/l と変化させ、さらにそれぞれ Mg 濃度を 0, 50, 100 mg/l と変化させて、急性毒性試験を実施した。表3にその結果を示すが、Ca が 100 mg/l 以下ではほとんど無添加と

表3 NH<sub>4</sub>-NとICの相乗作用に与えるCa, Mgの影響

試薬濃度 IC: 120 mg/l (NaHCO<sub>3</sub>)  
NH<sub>4</sub>-N: 25 mg/l (NH<sub>4</sub>Cl)

| 試験液<br>経過時間 | Ca: 0 mg/l |        |           | Ca: 20 mg/l |          |         | Ca: 50 mg/l |        |         | Ca: 100 mg/l |           |         | Ca: 200 mg/l |           |         | Ca: 300 mg/l |           |           | Ca: 400 mg/l |        |         |
|-------------|------------|--------|-----------|-------------|----------|---------|-------------|--------|---------|--------------|-----------|---------|--------------|-----------|---------|--------------|-----------|-----------|--------------|--------|---------|
|             | Ca: 0      | Ca: 20 | Ca: 40    | Ca: 20      | Ca: 40   | Ca: 60  | Ca: 20      | Ca: 40 | Ca: 60  | Ca: 20       | Ca: 40    | Ca: 60  | Ca: 20       | Ca: 40    | Ca: 60  | Ca: 20       | Ca: 40    | Ca: 60    | Ca: 20       | Ca: 40 | Ca: 60  |
|             | Mg: 0      | Mg: 50 | Mg: 100   | Mg: 0       | Mg: 50   | Mg: 100 | Mg: 0       | Mg: 50 | Mg: 100 | Mg: 0        | Mg: 50    | Mg: 100 | Mg: 0        | Mg: 50    | Mg: 100 | Mg: 0        | Mg: 50    | Mg: 100   | Mg: 0        | Mg: 50 | Mg: 100 |
| 初期 pH       | 7.35       | 7.15   | 7.02      | 7.17        | 7.20     | 7.18    | 7.16        | 7.13   | 7.15    | 7.17         | 7.17      | 7.16    | 7.18         | 7.18      | 7.15    | 7.08         | 7.20      | 7.14      | 7.18         |        |         |
| 0.5 hr      | +7         | +7     | +7        | +7          | +7       | +7      | +7          | +7     | +7      | +7           | +7        | +7      | +7           | +7        | +7      | +7           | +7        | +7        | +7           |        |         |
| 1.0         | +7         | +7     | +7        | +7          | +7       | +7      | +7          | +7     | +7      | +7           | +7        | +7      | ↓            | ↓         | +7      | ↓            | +7        | ↓         | ↓            |        |         |
| 2.0         | +1-6       | +4-3   | +6-1      | +4-3        | +5-2     | +4-3    | +5-2        | +4-3   | +5-2    | +6-1         | +6-1      | +6-1    | +7           | +7        | +4-3    | +7           | +6±1      | +7        | +7           |        |         |
| 3.0         | -7         | -7     | +2-5      | -7          | +1-6     | +1-6    | +3-4        | -7     | +2-5    | -7           | +6-1      | +3-4    | +4-3         | +5-2      | +3-4    | +6-1         | +6-1      | +6-1      | +4-3         |        |         |
| 6.0         |            |        | +1-6      |             | -7 (5)   | -7 (4)  | -7 (5)      |        | -7      |              | +4-3      | -7 (4)  | +1-6         | +3-4      | +1-6    | +1-6         | +6-1      | +5-2      | +2 ±1-4      |        |         |
| 24          |            |        | -7 (20)   |             |          |         |             |        |         |              | +1-6      |         | -7 (20)      | +2-5      | -7 (20) | -7 (20)      | +4 ±1-2   | +4-3      | +1-6         |        |         |
| 48          |            |        |           |             |          |         |             |        |         |              | -7 (45)   |         |              | -7 (26)   |         |              | +2 ±1-4   | +1-6      | -7 (45)      |        |         |
| 最終 pH       | 8.38       | 8.35   | 8.82      | 8.31        | 8.34     | 8.36    | 8.37        | 8.28   | 8.41    | 8.32         | 8.30      | 8.26    | 8.62         | 8.08      | 8.13    | 8.12         | 8.00      | 8.08      | 8.07         |        |         |
| Mg/l        |            |        | 91.6 (20) |             | 88.8 (5) |         | 102 (5)     |        | 109 (6) |              | 55.2 (24) |         | 115 (20)     | 61.6 (24) | 48 (20) | 93.2 (20)    | 55.6 (24) | 87.6 (24) | 60.4 (24)    |        |         |
| IC          |            |        |           |             |          |         |             |        |         |              | 38.4 (45) |         |              |           |         |              | 22.9 (48) | 27.0 (48) | 25.9 (45)    |        |         |

注) +: 生存, -: 死亡, ( ): 全数, 死亡時間及びIC測定時間

同じで, Mg濃度が変わっても差は見られなかった。しかし, Caが200mg/l以上では毒性が低下する傾向が見られ, Mg濃度が増すと毒性は横ばいか,あるいはCaの影響を相殺する傾向が見られた。

次に, (A) Ca: 0 mg/l, (B) Ca: 200 mg/l, (C) Ca: 400 mg/l, (D) Ca: 400 mg/l, Mg: 50 mg/lの4種の条件で, NH<sub>4</sub>-NとICの濃度を変化させ, 48 hr LC50を求めた。ただし, (A)の条件のものは昭

和56年に柳らの実験ですでに求めており<sup>2)</sup>, 今回は他の3条件の実験を行った。その結果, いずれも中央部では反比例の曲線となり, また両端部では一次直線となりX軸, Y軸にそれぞれ接した。すなわち, 表4に示すようにどの相乗作用の曲線も三つの式から成り立ち, (B), (C), (D)の条件のものはNH<sub>4</sub>-Nが低濃度の場合(NH<sub>4</sub>-N < 20 mg/l)を除いて, いずれも類似した式となった。この相乗作用の曲線を図3に示す。

表4 NH<sub>4</sub>-NとICの相乗曲線 (48 hr LC 50)

|                            | 関 係 式   | 相 関 係 数     |
|----------------------------|---|-------------|
| (A) Ca: 0 mg/l             | $x < 4 \quad y = -32.6x + 230$<br>$x < 100 \quad y = (0.00483 + 1/x)/0.00256$<br>$x < 160 \quad y = -0.967x + 15.5$     | $r = 0.996$ |
| (B) Ca: 200 mg/l           | $x < 20 \quad y = -14.3x + 350$<br>$x < 100 \quad y = (-0.00274 + 1/x)/0.000735$<br>$x < 395 \quad y = -0.0335x + 13.3$ | $r = 0.998$ |
| (C) Ca: 400 mg/l           | $x < 20 \quad y = -22.8x + 520$<br>$x < 100 \quad y = (-0.00206 + 1/x)/0.000750$<br>$x < 380 \quad y = -0.0379x + 14.4$ | $r = 0.997$ |
| (D) Ca: 400 mg/l<br>Mg: 50 | $x < 20 \quad y = -29.3x + 650$<br>$x < 100 \quad y = (-0.00269 + 1/x)/0.000732$<br>$x < 420 \quad y = -0.0312x + 13.1$ | $r = 0.996$ |

注) x: NH<sub>4</sub>-N y: IC



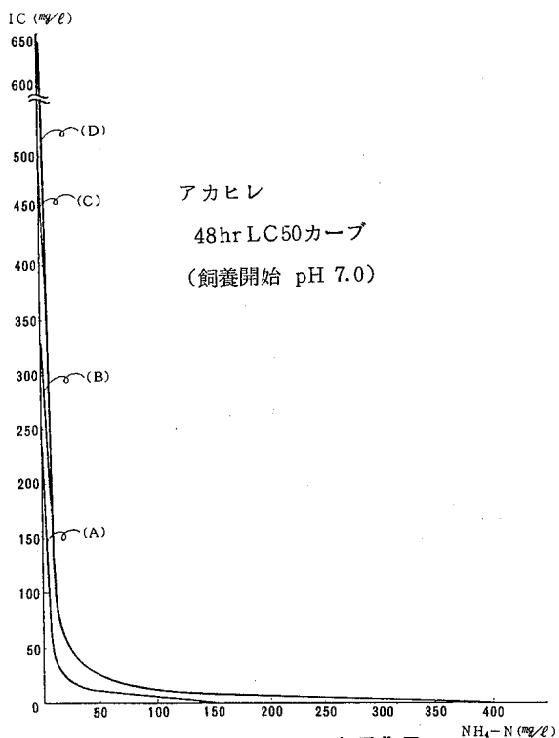


図3 NH<sub>4</sub>-NとICの相乗作用

アカヒレ  
48hr LC50カーブ  
(飼養開始 pH 7.0)

3.2.2 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>とHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の差

ICは水中でCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>とHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>のいずれでも存在し、pHの変化によってその存在比が変わる。その存在形態によって急性毒性が変化するかどうか、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>およびNaHCO<sub>3</sub>を用いて、急性毒性試験を行い確認した。その結果を表5に示す。いずれのCa濃度においても両試薬の急性毒性に明らかな差は見られなかった

また、止水式の魚類に対する急性毒性試験では試水の成分の変化はやむを得ないことであるが、試験中のICの減少は表3、表5のとおりである。ICの初期濃度120 mg/lのものが、5時間経過後で約20%減少、24時間で約50%減少、48時間で約80%減少した。

このように、NH<sub>4</sub>-Nは魚の生理作用により増加する傾向にあるが、ICは経過時間に伴い減少することがわかった。

表5 NH<sub>4</sub>-NとICの相乗作用におけるCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>とHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

試薬濃度 IC 120 mg/l  
NH<sub>4</sub>-N 25 mg/l (NH<sub>4</sub>Cl)

| 試験液<br>経過時間 | Ca : 0 mg/l        |                                 | Ca : 20 mg/l       |                                 | Ca : 50 mg/l       |                                 | Ca : 100 mg/l      |                                 | Ca : 200 mg/l      |                                 | Ca : 300 mg/l      |                                 | Ca : 400 mg/l      |                                 |
|-------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
|             | NaHCO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | NaHCO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | NaHCO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | NaHCO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | NaHCO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | NaHCO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | NaHCO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |
| 初期 pH       | 7.15               | 7.08                            | 7.15               | 7.14                            | 7.20               | 7.01                            | 7.13               | 7.02                            | 7.17               | 7.02                            | 7.18               | 7.06                            | 7.20               | 7.03                            |
| 0.5 hr      | +7                 | +7                              | +7                 | +7                              | +7                 | +7                              | +7                 | +7                              | +7                 | +7                              | +7                 | +7                              | +7                 | +7                              |
| 1.0         | +7                 | ↓                               | +7                 | +7                              | +7                 | +7                              | +7                 | ↓                               | +7                 | ↓                               | ↓                  | ↓                               | +7                 | ↓                               |
| 2.0         | +1-6               | +7                              | +4-3               | +6-1                            | +5-2               | +5-2                            | +4-3               | +7                              | +6-1               | ↓                               | +7                 | ↓                               | +6-1               | ↓                               |
| 3.0         | -7                 | +4-3                            | -7                 | +1-6                            | +1-6               | +4-3                            | -7                 | +3-4                            | +6-1               | +7                              | +5-2               | ↓                               | +6-1               | +7                              |
| 6.0         |                    | -7<br>(5)                       |                    | -7<br>(4)                       | -7<br>(5)          | +3-4                            |                    | -7                              | +4-3               | +4±2-1                          | +3-4               | +7                              | +6-1               | +6-1                            |
| 24          |                    |                                 |                    |                                 |                    | -7<br>(20)                      |                    |                                 | +1-6               | -7                              | +2-5               | +3-4                            | +4±1-2             | +4±1-2                          |
| 48          |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 | -7<br>(45)         |                                 | -7<br>(26)         | -7<br>(45)                      | +2±1-4             | -7<br>(45)                      |
| 最終 pH       | 8.38               | 8.36                            | 8.35               | 8.35                            | 8.34               | 8.67                            | 8.28               | 8.28                            | 8.30               | 8.54                            | 8.08               | 8.20                            | 8.00               | 8.00                            |
| mg/l        |                    | 77.2<br>(5)                     |                    |                                 | 88.8<br>(5)        | 70.0<br>(20)                    |                    |                                 | 55.2<br>(24)       | 86.0<br>(24)                    | 61.6<br>(24)       | 52.4<br>(24)                    | 55.6<br>(24)       | 40.4<br>(24)                    |
| IC          |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 | 38.4<br>(45)       |                                 | 34.8<br>(45)       | 22.9<br>(48)                    | 33.7<br>(45)       |                                 |

注) + : 生存, - : 死亡, ( ) : 全数死亡時間及びIC測定時間

#### 4. ま と め

- (1) 昨年の調査でし尿処理場の急性毒性は $\text{NH}_4\text{-N}$ とICの相乗作用によることが判明したが、排水処理に硝酸化槽または脱窒槽を設置すれば、 $\text{NH}_4\text{-N}$ をかなり低値におさえることができ、急性毒性の低減にも効果があることがわかった。
- (2) 硝酸化槽だけで $\text{NH}_4\text{-N}$ は低減でき、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とICの相乗作用による48 hr LC50は計算値で900%であるが、し尿中に含まれる他の毒性物質のため、実測値は225%となり計算値と大きな差が見られた。
- (3) 脱窒と活性汚泥を組合せた処理装置に、さらにオゾン処理、活性炭吸着を加えると、し尿中の毒性物質はほとんどなくなり、48 hr LC50は860%まで向上した。
- (4)  $\text{NH}_4\text{-N}$ とICの相乗作用に対し、Caが200~400 mg/lで毒性を弱める働きを示したが、Mgは100 mg/l以下ではほとんど影響を与えなかった。
- (5)  $\text{NH}_4\text{-N}$ とICの相乗作用の曲線は、Caを含まないものとCaが200~400 mg/lのものとは、全く別な曲線になった。また、Caが200 mg/l、400 mg/l、そしてCaが400 mg/l プラス Mgが50 mg/l のものでは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が低濃度のところで差が見られた。
- (6)  $\text{CO}_3^{2-}$ と $\text{HCO}_3^-$  とでは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とICの相乗作用に差はなかった。

#### 参 考 文 献

- 1) 斎藤善則他：宮城県保健環境センター年報，4 (1986)
- 2) 柳 茂他：宮城県公害技術センター報告，10 (1982)
- 3) 宮城県生活環境部：工場排水分析結果，昭和47年~昭和55年
- 4) 宮城県保健環境部：工場排水分析結果，昭和56年~昭和60年

## 27 漆沢ダムに発生した異臭味原因藻類の培養試験について

佐々木久雄 藤原 秀一 斎藤 善則  
 伊藤 孝一 松浦 勉\* 中根ミワ子  
 清水 正夫

漆沢ダムに発生する異臭味原因藻類の増殖特性を把握する目的で、培養試験を実施した。使用した藻類はアナベノブシスとフォルミディウムで、増殖に適した培地の検討では、M-11培地がアナベノブシスとフォルミディウムの両方で安定した増殖が得られた。G-5培地はフォルミディウムで、また、AAP培地とPAAP培地ではアナベノブシスが大きな増殖量を示した。

最適照度を求める実験では、フォルミディウムが500Lux程度の照度でも大きな増殖量を示したのに比べ、アナベノブシスは、500Luxでは、2000Luxでの増殖量の1/2程度しか示さなかった。無菌的な培養条件をつくるためにファンギゾーンとストレプトマイシンを添加した培養したが、無菌状態はつくられなかった。

### 1. はじめに

漆沢ダムについては、昭和55年の湛水開始から5ケ年間継続して水質調査を実施し、貴重なデータが得られたことは、既に報告している。しかし、湛水開始後3年目の昭和57年から、上水道に異臭味水が発生し、その対策に苦慮している。異臭味の原因は、藍藻類のフォルミディウムやアナベノブシスであると考えられているが、その生理、生態の詳細については知られていない。そこで、今年度は、異臭味発生のメカニズムを探る基礎資料として、漆沢ダム産の藻類を培養し、培地や照度について、知見が得られたので報告する。

### 2. 方法

#### 2.1 漆沢ダム湖に現存する藻類でのAGP試験

##### イ. 試水

昭和61年9月8日に採取した、漆沢ダム上層(0m)の湖水を、オートクレーブ(120℃, 15分)処理した後、メンブランフィルター(0.45μm)で口過したものを試水とした。

##### ロ. 培養器

内容量800mlのL字型培養管を使用し、試水を400ml入れた。

##### ハ. 接種藻類

昭和61年9月8日に採取した漆沢ダムサイト上層(0m)の湖水5ℓを1800rpm, 15分間遠心分離し、1mg/ℓのNaHCO<sub>3</sub>で藻体を洗浄したものを使用した。このときの優先プランクトンは、フォルミディウムで、その総数は2,911個/mlであったが、試水中には約5,000個/mlになるように接種した。

##### ニ. 添加試験に使用した栄養塩類

N; NaNO<sub>3</sub>を試水1ℓ当たり1mg増加するように添加  
 P; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>を試水1ℓ当たり0.1mg増加するように添加

EDTA; Na<sub>2</sub>EDTA・2H<sub>2</sub>Oを試水1ℓ当たり0.1mgになるように添加

##### ホ. 培養条件と増殖量の測定

培養は25℃, 1300Lux, 100回/分水平連続振とうで行った。それぞれの試水は無添加のものを基本として、N, P, EDTAを加えて、制限因子について推定した。増殖量の測定は、培養開始後14日目にSSとして測定し開始前のSSからさし引いて求めた。

### 2.2 異臭味原因藻類の培養条件の検討

#### 2.2.1 適正培地の検討

##### イ. 使用培地

- M-11培地(組成表1)<sup>1)</sup>
- AAP培地(組成表2)<sup>2)</sup>
- G-5培地(組成表3)<sup>2)</sup>
- PAAP培地(組成表4)<sup>3)</sup>

表1 M-11培地

| 化合物                                  | 濃度(mg/l) | 化合物   | 濃度(mg/l) |
|--------------------------------------|----------|---|----------|
| NaNO <sub>3</sub>                    | 100      | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                   | 20       |
| K <sub>2</sub> HPO                   | 10       | FeC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ・XH <sub>2</sub> O | 1        |
| MgSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O | 75       | Na <sub>2</sub> EDTA・2H <sub>2</sub> O                            | 1        |
| CaCl <sub>2</sub> ・2H <sub>2</sub> O | 40       | Gaffronの微量元素  | 0.08ml/l |

Gaffronの微量元素(g/l)

|  |       |
|--|-------|
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>   | 3.100 |
| MnSO <sub>4</sub> ・4H <sub>2</sub> O   | 2.230 |
| ZnSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O   | 0.287 |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MO <sub>4</sub> ・4H <sub>2</sub> O                                 | 0.088 |
| CuSO <sub>4</sub> ・5H <sub>2</sub> O   | 0.125 |
| Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> O   | 0.146 |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ・K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ・6H <sub>2</sub> O | 0.474 |
| NiSO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ・6H <sub>2</sub> O               | 0.198 |
| Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ・4H <sub>2</sub> O   | 0.154 |
| Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ・7H <sub>2</sub> O   | 0.037 |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ・16H <sub>2</sub> O                  | 0.035 |
| Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub> ・2H <sub>2</sub> O   | 0.033 |
| KBr  | 0.119 |
| KI   | 0.083 |

\* 現 宮城県気仙沼保健所

表2 AAP培地

| 化合物                             | 濃度(mg/l) | 化合物                                    | 濃度(mg/l) |
|---------------------------------|----------|--|----------|
| NaNO <sub>3</sub>               | 25.500   | Mg SO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O | 14.700   |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> | 1.044    | CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O  | 4.410    |
| MgCl <sub>2</sub>               | 5.700    | NaHCO <sub>3</sub>                     | 15.000   |

微量元素

| 化合物  | 濃度 (μg/l) |
|--|-----------|
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                       | 185.520   |
| MnCl <sub>2</sub>                                    | 264.264   |
| ZnCl <sub>2</sub>                                    | 32.709    |
| CoCl <sub>2</sub>                                    | 0.708     |
| CuCl <sub>2</sub>                                    | 0.009     |
| Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O | 7.260     |
| FeCl <sub>3</sub>                                    | 96.000    |
| Na <sub>2</sub> EDTA · 2H <sub>2</sub> O             | 300.000   |

表3 G-5培地

| 化合物                                    | 濃度(mg/l) | 化合物  | 濃度(mg/l) |
|--|----------|--|----------|
| NaNO <sub>3</sub>                      | 99.2     | Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O | 11.6     |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>        | 7.8      | EDTA   | 1.0      |
| Mg SO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O | 15.0     | クエン酸   | 1.2      |
| CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O  | 7.2      | クエン酸第2鉄  | 1.2      |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>        | 4.0      | Gaffron<br>微量限素溶液                                    | 0.08 ml  |

表4 PAAP培地

| 化合物                                    | 濃度(mg/l) | 化合物                                      | 濃度(mg/l) |
|--|----------|--|----------|
| NaNO <sub>3</sub>                      | 85.00    | CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O    | 14.70    |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>        | 3.48     | FeCl <sub>3</sub>                        | 0.32     |
| MgCl <sub>2</sub>                      | 19.00    | NaHCO <sub>3</sub>                       | 50.00    |
| Mg SO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O | 49.00    | Na <sub>2</sub> EDTA · 2H <sub>2</sub> O | 1.00     |

ロ. 使用藻類

昭和61年8月26日にダムサイトに打寄せられていた、アオコ状の *Anabaenopsis arnordii* (アナベノブシス) と同9月8日に、ダムサイト1 m層に、ほぼ単相的に優占していた *Phormidium*, spp. (フォルミディウム) を1800rpm 15分間、遠心分離濃縮し、NaHCO<sub>3</sub> 1mg/l で洗浄後、それぞれの培地に、クロロフィルaが0.5~1.0 μg/l になるように接種した。

ハ. 培養条件と藻類増殖量の測定

培養は、25℃、1300Luxで1日のうち1時間だけ100回/分で水平振とうし、23時間は静置状態で行った。藻類増殖量は、培養開始から毎日、クロロフィルaを指標として測定した。<sup>4)</sup>クロロフィルaは簡便法として、培養中の試水3mlを取り、アセトン7mlを加え、暗所で激しく振とうし、60分間静置したあと上澄み液をけい光光度計(波長: Ex430nm, EM670nm, スリットEx 6nm, EM20nm) でけい光を測定し、次式によって算出した。

$$\text{Chl-a } (\mu\text{g/l}) = 2.159 (F_o - F_a) v / V$$

F<sub>o</sub>; 最初のけい光の読み取り値

F<sub>a</sub>; 酸滴下後のけい光の読み取り値

v; 抽出に用いたアセトンの量 (7ml)

V; 試水の量 (3ml)

2.2.2 照度による最大増殖量の検討

イ. 使用藻類

適正培地の検討に使用した、アナベノブシスとフォルミディウムのうち、M-11培地で増殖したものを1800rpmで15分間遠心分離濃縮し、NaHCO<sub>3</sub>で洗浄後、M-11培地にクロロフィルaが0.5~1.0 μg/l となるように接種した。

ロ. 培養条件

温度、振とう条件については、適正培地の検討と同様にして、照度だけをアルミ箔や黒色紙で培養管を被覆して約500Lux~4000Luxまで調整した。藻類増殖量は、適生培地の検討と同様にクロロフィルaを指標として測定した。

2.2.3 無菌培養の手法の検討

イ. 使用藻類

照度による最大増殖量の検討に使用したものと同様にした。

ロ. 培養条件

M-11培地で25℃、1300Lux、1日1時間振とう、23時間静置で培養した。また、無菌状態を作りだすためにストレプトマイシンとファンギゾンの抗生物質を0.5 μg/ml~100 μg/mlの濃度で添加した。

3. 結果および考察

図1に漆沢ダムに現存する藻類でのAGP試験の結果を示した。APGは0.6 mg/lの値を示しているが、これは、同時に実施した標準種(セテナストラム)を用いたAGPの値1.6 mg/lより小さい値となっている。栄養塩の添加試験では、標準種同様、N添加の増加量が大きく、窒素制限の傾向を示しているが、やはりその増殖量は、標準種よりは小さい値となっている。これは、培養条件のうち連続振とうがフォルミディウムの増殖条件に合わなかったものと思われる、以後の培養実験では、1時間振とう、23時間静置の条件で行うこととした。またP添加のものでは、無添加のものやEDTA添加のものに比べて約2倍の増殖量を示したことから、この実験に使用したフォルミディウムは、空中窒素を固定して増殖に利用している可能性があり、<sup>5)</sup>今後検討を要するものと考えられる。

| 条件        | AGP |         |
|-----------|-----|---------|
|           | 5.0 | 10 mg/l |
| 無添加 (AGP) | 0.6 |         |
| 窒素添加      | 3.5 |         |
| 磷添加       | 1.4 |         |
| 窒素、磷添加    | 4.8 |         |
| EDTA添加    | 0.7 |         |

図1 漆沢ダムに現存する種でのAGP

図2には、培地毎の最大増殖量を示している。M-11培地では、アナベノプシス、フォルミディウムともに、安定した増殖量が得られた。また、AAP培地とPAA培地はアナベノプシスで、G-5培地ではフォルミディウムが大きい増殖量を示している。今後、漆沢ダム of 異臭味藻類の検討は、アナベノプシスとフォルミディウムの両方で検討していく必要があると思われるので、M-11培地で培養するのが適当と思われる。なお、このM-11培地で培養したサンプルから、アナベノプシスではカビ臭に近い墨汁臭が、フォルミディウムではカビ臭が感じられたが、同様に3代、4代と継代培養を続けたものでは増殖速度には差がなかったにもかかわらず異臭味は全く感じられなくなった。これは、長期培養によって藻類の個体特性が変化したためと考えられ、今後異臭味と藻類の関係を究明する実験を実施する場合、検討を要するものと思われる。

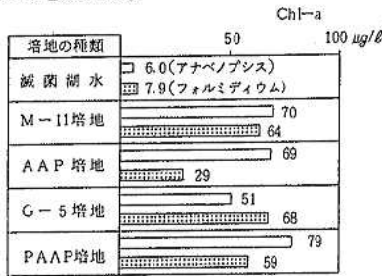


図2 培地別の最大増殖量

図3には、照度による最大増殖量の変化を示している。アナベノプシスは、4000Lux~1000Luxまで、ほぼ同程度の増殖量を示すが、500Luxでの増殖量は小さかった。これに対しフォルミディウムでは、500Luxでも大きな増殖量を示している。このことは、昭和61年8月26日の漆沢ダムの水質調査のプランクトンの分布状態にも示されている。このとき、ダムサイト表層(0m)では、アナベノプシスが3400個/ml、フォルミディウムが3200個/mlと両方の種類が共に優占していたが、透明度が0.9mしかない状態にもかかわらず、1m層では、フォルミディウムが3280個/ml、アナベノプシスが40個/mlとフォルミディウムがほぼ単相的に優占しており、アナベノプシスより、かなり弱い光の中でも増殖できることを示している。

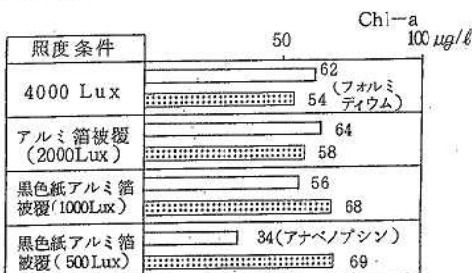


図3 照度による最大増殖量の変化

表5には、抗生物質の添加による無菌の培養手法の検討結果を示している。本実験に使用した抗生物質の添加のみでは、全てのケースで無菌的な状態を作ることはできなかった。今後は、使用器具、器材の滅菌手法や培養室の条件を慎重に検討していく必要があると思われる。一方、抗生物質に対する藻類の増殖阻害は、ストレプトマイシンで1.0  $\mu\text{g/ml}$ 、ファンギゾンで10  $\mu\text{g/ml}$  から認められた。また、ストレプトマイシンとファンギゾンをそれぞれ2  $\mu\text{g/ml}$ づつ加えたものから増殖阻害が認められた。本培養実験では、完全な無菌培養条件は作れなかったが、種の保存という意味では、ストレプトマイシンとファンギゾンを0.5  $\mu\text{g/ml}$ 程度づつ添加すれば長期保存にも有効であると考えられる。

表5 無菌培養手法の検討結果

|                      | ストレプトマイシン |      | ファンギゾン |      | ストレプトマイシン + ファンギゾン |      |
|----------------------|-----------|------|--------|------|--------------------|------|
|                      | 細菌類       | 増殖阻害 | 細菌類    | 増殖阻害 | 細菌類                | 増殖阻害 |
| 0.1 $\mu\text{g/ml}$ | +         | -    | +      | -    | +                  | -    |
| 0.5                  | +         | -    | +      | -    | +                  | -    |
| 1.0                  | +         | +    | +      | -    | +                  | -    |
| 2.0                  | +         | +    | +      | -    | +                  | +    |
| 5.0                  | +         | +    | +      | -    | +                  | +    |
| 10.0                 | +         | +    | +      | +    | +                  | +    |
| 50.0                 | +         | +    | +      | +    | +                  | +    |

注) 細菌と真菌の厳密な区別はしなかった。また、細菌類+は、培養後に細菌類が存在していることを示し、増殖阻害+は、増殖が阻害されたことを、-は阻害されないことを示す。

#### 4. まとめ

漆沢ダムに発生する異臭味の原因藻類と思われる、フォルミディウムとアナベノプシスの培養試験を実施し、次のような結果を得た。

- 1) 漆沢ダムに現存するフォルミディウムによるAGPは0.6  $\text{mg/l}$ を示し、標準値より小さい値になっている。また、このフォルミディウムは、空中窒素を固定して増殖に利用する可能性があると考えられる。
- 2) 異臭味発生の原因種と見られる、アナベノプシスとフォルミディウムは、M-11培地で安定した増殖が得られ、M-11培地で両種の培養実験が可能であると考えられる。
- 3) フォルミディウムは、アナベノプシスに比べかなり低い照度でも増殖が可能であり、異臭味対策上、今後の検討事項のひとつであると考えられる。
- 4) 抗性物質の添加により、無菌の培養条件を作る実験を試みたが、本実験に使用したストレプトマイシン、ファンギゾンでは、無菌状態は作れなかった。しかし、低濃度の抗生物質を添加すれば、長期間の種の保存には有効であると考えられる。

最後に、本実験にあたり、種々の御指導、御協力をいただいた、大崎広域水道事務所水質検査室の大金係長、

大内，金野技師に厚く感謝申し上げます。

（本研究の大部分は，大崎広域水道事務所からの委託事業として実施したものである。）

#### 参 考 文 献

- 1) 鈴木誠：水質評価のためのSelenastrum.spの特性に関する研究，東北大学工学部卒業論文（1984）
- 2) 須藤隆一ら：藻類培養試験法によるAGPの測定，

国立公害研究所研究報告26（1978～1979）

- 3) 須藤隆一ら：藻類培養試験による富栄養化の評価，用水と廃水15(1)（1973）
- 4) 津野 洋ら：けい光分光光度計によるクロロフィル連続測定とその分布特性に関する一考察，国立公害研究所研究報告 6（1979）
- 5) 岩熊敏夫ら：霞ヶ浦の一次生産特性，国立公害研究所研究報告 22（1981）

## 28 県内における等価騒音レベルの実態について (第1報)

## — 飛行場周辺地域の等価騒音レベル調査 —

菊地 英男\*

本県においては、種々の騒音源から発生する音について、統一した評価尺度 (Leq (24), Ldn) で評価することにより、快適な音環境を創造するための資料とするため、5ヶ年計画で調査を実施する予定である。初年度である今年度は、騒音の大発生源である仙台空港と松島基地の周辺地域について実態調査を行い、WECPNLとLdnの関係、LdnとLeq (24) の関係を求め、又、航空機騒音のパワー平均、補正飛行回数を用いてLeq (24) とLdnについての推定式を作成するとともに、EPAで提案している聴力損失レベル、及び屋外活動妨害レベルに関する影響範囲を推定した。

## 1. はじめに

近年、生活様式の多様化に伴いクーラー、ピアノ等家庭生活からの音、飲食店等深夜営業のカラオケ音に見られるように近隣騒音による苦情が多発しており、音環境が悪化してきている。又、種々の騒音源から影響を受けている地域では、人々は騒音を発生源毎に区別して聞いているわけではなく、通常は複合音として聞こえている。このため、現在用いられているような発生音源毎に異なる評価方法では、全騒音暴露量を的確に把握することは困難であるため、発生源の種類によらず統一した評価量が必要である。このような評価尺度としては、騒音のうるささとの対応がよいとされるLeqを基本としたものが提案されている。

本調査研究は、県内における種々の発生源からの騒音レベルについて、統一した評価尺度 (Leqを基本としたLeq (24) 及びLdn) を用いて実態調査を行い、その影響の程度を把握するとともに快適な音環境を創造するための資料とするため、昭和60年度を初年度として表1に示すように5ヶ年継続で実施するものである。

今年度は、騒音の大発生源であり特に問題を生じやすい飛行場周辺における騒音レベルの実態調査を実施し、現況を把握することを目的とする。

表1 年度毎調査計画

| 年 度 | 調 査 対 象    |
|-----|------------|
| 60  | 航空機騒音      |
| 61  | 鉄道騒音       |
| 62  | 自動車交通騒音    |
| 63  | 一般環境騒音     |
| 64  | 総合解析及び補完調査 |

## 2. 調査対象飛行場の概要

今回調査対象とした2飛行場の位置を図1に、概要を表2に示す。仙台空港は、運輸省所管の第2種空港で本県唯一の民間航空機用飛行場であり、1,200mと2,000mの2本の滑走路を保有し、札幌、福岡、沖縄等へ1日30便運行しており、機種はB-727, 767, DC-9等のジェット機が主である。又、航空大学校仙台分校が置かれているため、実技訓練としてビーチ95-B55 (通称パロン) を使用し、離着陸訓練が実施されている。

一方、松島基地は、航空自衛隊所管の訓練用飛行場であるとともに、戦技研究班 (ブルーインパルス) の母港ともなっている。滑走路は2,700mの主滑走路と1,500mの副滑走路を持ち、保有飛行機はT-2型ジェット高等練習機、T-33A型ジェット機、救難捜索用飛行機等総計70機程度である。飛行訓練は日・祭日等を除いて、7時~21時まで毎日であるが、ブルーインパルスは週2回程度基地上空において訓練を行っている。

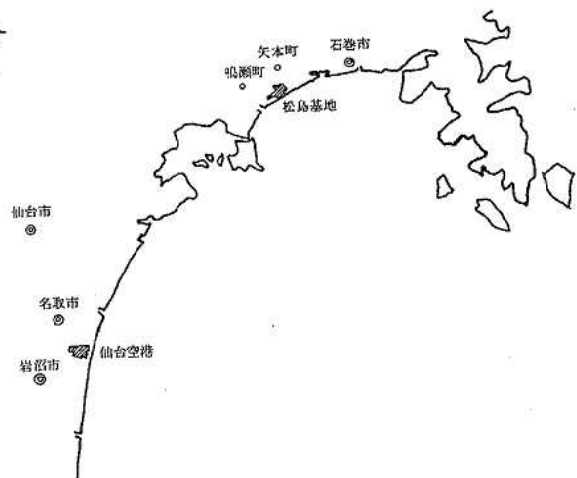


図1 調査対象飛行場の位置

\* 現宮城県大崎保健所

表2 飛行場の概要

| 項目        | 仙台空港   | 松島基地  |
|-----------|--|---|
| 所管        | 運輸省(第2種空港)   | 航空自衛隊   |
| 滑走路       | 1,200m (A滑走路)<br>2,000m (B " )                                     | 2,700m (主滑走路)<br>1,500m (副 " )                |
| 保有又は使用飛行機 | B-727, 737, 767<br>DC-9, YS-11<br>ビーチ95-B55(航空大仙台分校)<br>セスナ, パイパー等 | T-2 55機<br>T-33A 8 "<br>MU-2 2 "<br>V-107 2 " |
| 飛行状況      | 民間航空機 30便/日<br>航空大学の訓練   | 一般訓練飛行(日・祭日等除く)<br>ブルーインパルス地上訓練(約2回/週)        |
| 環境基準の類型指定 | 昭和49年12月   | 昭和51年12月                                      |

3. 調査測定方法

等価騒音レベル(以下Leq)調査地点は、周辺に障害物がなく飛行機を見通せ、かつ航空機騒音を代表すると認められる民家の庭で、マイクロホンの高さは地上高1.5m程度とした。測定機器はJIS-C1502に定める普通騒音計に準じた機能を有する環境騒音測定装置(リオン製NB-11A)を用い、0.2秒間隔でサンプリングをし、10分間隔のLeqを24時間連続測定した。本装置では測定結果を内部メモリに記憶している為、測定後直ちにマイクロコンピュータによりデータを読み取り、Leq(24)、Ldnについて集計した。

WECPNLの調査は、等価騒音レベル調査とあわせて同一地点において、普通騒音計(リオン製NA-20)と高速度レベルレコーダー(同LR-04)の組み合わせにより、24時間連続測定し、後日、航空機の騒音レベルピーク値、飛行回数等を読み取った。測定時における騒音計の設定は、周波数補正回路A特性、動特性Slowとし、レベルレコーダーの設定はペンスピードSlow、ペーパースピードは0.1mm/S(暗騒音+10dB程度の音発生時は1mm/S)とした。

4. 調査測定結果

各飛行場毎にLeq等調査測定を行った地点数は表3に示すとおりで、仙台空港周辺についてはLeq調査17地点、WECPNL調査6地点、又、松島基地周辺についてはLeq調査30地点、WECPNL調査18地点である。

Leq調査において得られたデータ(n=47)を用いて日平均の騒音レベルであるLeq(24)と夜間10dBの重み付けをした日平均の騒音レベルの関係を見ると図2に示すとおり、相関係数は0.944とかなり強い相関があり、

$$Ldn \div Leq(24) + 1 \dots\dots\dots (1)$$

表3 調査測定地点数

| 飛行場  | 測定地域 | Leq 測定地点数 | WECPNL 測定地点数 |
|------|------|-----------|--------------|
| 仙台空港 | 名取市  | 10        | 3            |
|      | 岩沼市  | 7         | 3            |
|      | 計    | 17        | 6            |
| 松島基地 | 石巻市  | 10        | 4            |
|      | 鳴瀬町  | 10        | 4            |
|      | 矢本町  | 10        | 4            |
|      | 計    | 30        | 12           |
| 合計   |      | 47        | 18           |

の関係にある。LdnとLeq(24)のレベル差が1dBと小さかったのは、今回対象とした2飛行場は夜間(22時~7時)の訓練及び定期便等による使用が非常に少ない為である。

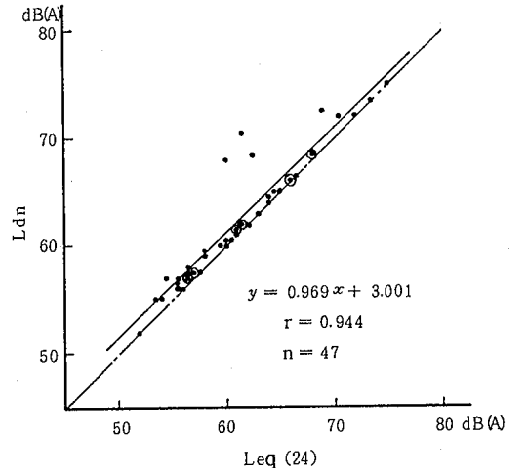


図2 Leq(24)とLdnの関係

次に、LeqとWECPNLを同一地点で測定した18地点についての調査結果の概略は表4のとおりである。又、LdnとWECPNLの関係を見ると図3に示すとおり、相関係数は0.962とかなり強い相関があり、

$$WECPNL \div Ldn + 13 \dots\dots\dots (2)$$

の関係にある。

表4 調査項目毎の平均値等

| 項目          | 平均         | 標準偏差  |
|-------------|------------|-------|
| Ldn         | 62.5 dB(A) | 5.98  |
| Leq(24)     | 61.9 dB(A) | 6.07  |
| WECPNL      | 75.8       | 7.10  |
| ピークレベルパワー平均 | 83.2 dB(A) | 6.57  |
| 補正飛行回数      | 99.6 回     | 52.33 |



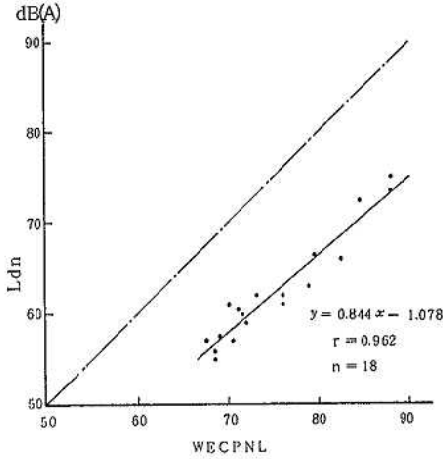


図3 WECPNL と Ldn の関係

〔各評価量の算出方法〕

$$\text{Leq (24)} = 10 \log_{10} \frac{1}{144} \left( \sum_{i=1}^{144} 10^{\frac{\text{Leq}(1/6)}{10}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

〔 Leq (24) : 等価騒音レベルの日平均値 (dB(A))  
 Leq (1/6) : " 10分間値 (dB(A))

$$\text{Ldn} = 10 \log_{10} \frac{1}{144} \left( \sum_{i=1}^{30} 10^{\frac{\text{Ld}}{10}} + \sum_{i=1}^{54} 10^{\frac{\text{Ln}+10}{10}} \right) \dots\dots\dots (4)$$

〔 Ldn : 昼夜等価騒音レベル (dB(A))  
 Ld : 昼間 (7<sup>00</sup>~22<sup>00</sup>) の等価騒音レベルの10分間値 (dB(A))  
 Ln : 夜間 (22<sup>00</sup>~7<sup>00</sup>) の " " (dB(A))

$$\text{WECPNL} = \overline{\text{dB(A)}} + 10 \log_{10} N - 27 \dots\dots\dots (5)$$

〔 WECPNL : 等価感覚騒音レベル  
 $\overline{\text{dB(A)}} : \text{暗騒音より10 dB(A)以上大きい航空機騒音のピークレベルのエネルギー平均値 (dB(A))$   
 N : 発生時刻別補正飛行回数  
 $N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4)$   
 $(N_1 (0^{00} \sim 7^{00}), N_2 (7^{00} \sim 19^{00}), N_3 (19^{00} \sim 22^{00}), N_4 (22^{00} \sim 24^{00}) \text{ の飛行回数 )}$

5. 推定式の作成

Leq (24), Ldn, ピークレベルのパワー平均値等のデータがそろっている18地点のデータ (WECPNL と同時測定した地点) を用いて, 飛行場周辺の実態及び影響範囲を把握する為に推定式を作成する必要がある。

ある地点における, 航空機騒音の一日あたりの騒音レベルを決定する主なパラメータとしては,

- ① 航空機の発生源における騒音レベル
- ② 航空機からの距離
- ③ 飛行 (発生) 回数
- ④ 航空機騒音の継続時間

- ⑤ 周辺の地形
- ⑥ 気象の状態

等が考えられる。しかしここでは, 1日の騒音レベルを代表する Leq (24), Ldnを目的変数とし, 種々のパラメータのうち特に騒音レベルに影響を及ぼすと思われる上述の①と②から決定される, ある地点における航空機騒音のピークレベル及び③の項目を説明変数として重回帰分析を適用する。回帰モデルとして(6)式を想定する。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 \log_{10} x_2 + \epsilon \dots\dots\dots (6)$$

$x_1$  : 航空機騒音のパワー平均 (dB(A))

$x_2$  : 補正飛行回数 (回)

目的変数を Leq (24) とした場合の偏回帰係数と偏相関係数を表5に示すが, 目的変数と他の説明変数の影響を除外した, 説明変数の相関である偏相関係数を見ると, パワー平均, 補正飛行回数とも0.85以上と強い相関があり, 得られた推定式は(7)式のとおりである。

$$\text{Leq (24)} = 0.867 x_1 + 8.064 \log_{10} x_2 - 25.690 \dots\dots (7)$$

この得られた(7)式が有効であるかどうか分散分析表 (表6) により検定した結果,

$$F (2, 15; 0.01) = 6.36 \ll 106.859$$

が得られ, 危険率1%を許すことができるならば, 求めた重回帰式は有意であると言える。

表5 目的変数を Leq (24)とした場合の偏回帰係数等

|        | 標準回帰係数 | 偏回帰係数 | t-値    | 偏相関係数 |
|--------|--------|-------|--------|-------|
| パワー平均  | 0.939  | 0.867 | 14.017 | 0.964 |
| 補正飛行回数 | 0.426  | 8.064 | 6.353  | 0.854 |
| 定数     |        |       | -25.69 |       |

表6 分散分析表

| 変動要因    | 平方和   | 自由度 | 不偏分散   | 分散比(F)    |
|---------|-------|-----|--------|-----------|
| 全変動     | 625.6 | 17  |        |           |
| 回帰による変動 | 584.5 | 2   | 292.27 | 106.859** |
| 残差の変動   | 41.0  | 15  | 2.74   |           |

\*\* 危険率1%にて有意

なお重相関係数は0.967であり, 測定値の全変動に対して, 推定値の変動の占める割合は約93%であった。推定式により得られた値 (推定値) と実測値との関係は図4に示すが, そのレベル差は全てのデータが±3 dB以内であった。

また, 目的変数を Ldn とした場合についても, Leq (24) の場合と同じように, 推定式を求めた結果, 偏相関係数はパワー平均, 補正飛行回数とも0.85以上と強い

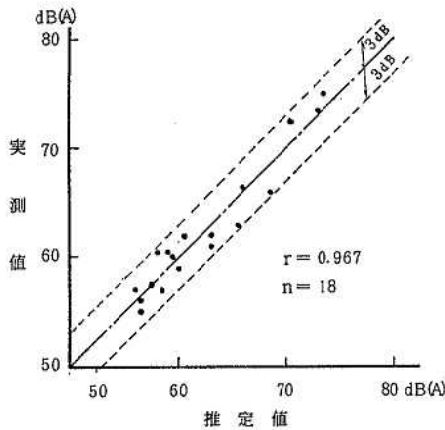


図4 Leq(24)に関する推定値と実測値の関係

相関があり(表7), 推定式としては(8)式が得られた。

$$Ldn = 0.884 x_1 + 8.339 x_2 - 23.692 \dots (8)$$

この得られた(8)式が有効であるかどうかを分散分析表(表8)により検定した結果

$$F(2, 15; 0.01) = 6.36 \ll 92.731$$

が得られ, 危険率1%を許すならば得られた重回帰式は有意であると言える。

表7 目的変数をLdnとした場合の偏回帰係数等

|        | 標準回帰係数   | 偏回帰係数 | t-値    | 偏相関係数 |
|--------|----------|-------|--------|-------|
| パワー平均  | 0.927    | 0.844 | 12.953 | 0.958 |
| 補正飛行回数 | 0.446    | 8.339 | 6.236  | 0.850 |
| 定数     | - 23.692 |       |        |       |

表8 分散分析表

| 変動要因    | 平方和   | 自由度 | 不偏分散   | 分散比(F) |
|---------|-------|-----|--------|--------|
| 全変動     | 608.6 | 17  |        |        |
| 回帰による変動 | 563.1 | 2   | 281.53 | **     |
| 残差の変動   | 45.5  | 15  | 3.04   | 92.731 |

\*\* 危険率1%にて有意

なお, 重相関係数は0.962であり, 測定値の全変動に対して推定値の変動の占める割合は約93%であった。推定式より得られた推定値と実測値の関係は図5に示すが, そのレベル差は全てのデータが±3 dB以内であった。

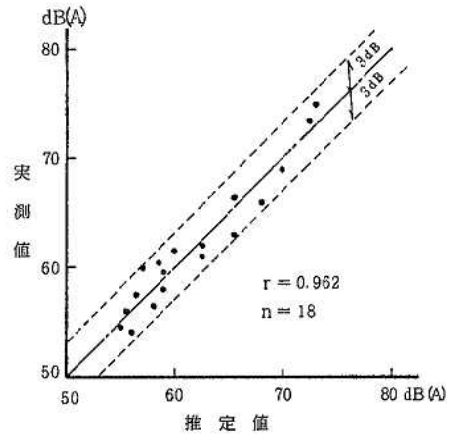


図5 Ldnに関する推定値と実測値の関係

## 6. おわりに

今回の調査は, 騒音の種類によらず, 共通の評価量として騒音レベルのエネルギー平均値であるLeqを基礎としたLeq(24)及びLdnを設定し, 飛行場周辺地域について航空機騒音の実態を求めるため, Leq(24)とLdnについての推定式を作成した。使用したパラメータは「航空機騒音に係る環境基準」に定める評価量であるWECPNLを求める場合と同様, ピークレベルのパワー平均値と補正飛行回数を用いている為, 今まで蓄積された膨大なデータを直ちにLeq(24), Ldnに換算できる。

また, EPAより提案された「公衆の健康と福祉を十分な安全幅で保護するのに必要と認められた騒音レベル」を表9に示すが, 聴力損失のレベルとしているLeq(24) ≤ 70 dB(A)はWECPNL = 84に, 屋外活動妨害とうるささのレベルであるLdn ≤ 55 dB(A)はWECPNL = 68に相当することが明らかとなった。

表9 公衆の健康と福祉を十分な安全幅で保護するのに必要と認められた騒音レベル

| 影響          | レベル             | 区 域   |
|-------------|-----------------|---|
| 聴力損失        | Leq(24) ≤ 70 dB | すべての区域  |
| 屋外活動妨害とうるささ | Ldn ≤ 55 dB     | 住居地域および農場における屋外<br>その他の屋外において人々がさまざまな時間を過ごす場所, その静けさが必要とされる場所 |
|             | Leq(24) ≤ 55 dB | 学校構内とか運動場などが限られた時間を過ごす屋外                                      |
| 屋内活動妨害とうるささ | Ldn ≤ 45 dB     | 住居地域の屋内   |
|             | Leq(24) ≤ 45 dB | その他学校など人間活動が行われる屋内の場所   |

## 参 考 文 献

- 1) 泉 清人; 音響技術 40, 55 (1982)
- 2) 東京都公害研究所資料 3-0-5 (昭和53年2月)

## 29 県内における等価騒音レベルの実態について (第2報)

## — 鉄道沿線地域の等価騒音レベル調査 —

菊地 英男\* 高梨 忠男

昨年度は飛行場周辺地域の実態調査を行ったが、今年度は県内総延長660kmにおよぶ鉄道沿線地域における $Leq$ の実態調査を行った。調査結果から $Ldn \approx Leq(24) + 4$ の関係が認められ、さらに、列車のパワー平均、列車本数、線路からの距離の3項目を用いて、 $Leq(24)$ 、 $Ldn$ の推定式を作成するとともに、EPAで提案している聴力損失レベルの暴露面積・人口は県全体のほぼ0.1%、又、屋外活動妨害レベルについてはほぼ1.5%と推定された。

## 1. はじめに

本県における鉄道網は図1に示すように、東北新幹線、東北本線が中央部を南北に、又、仙山線、陸羽東線・石巻線が東西に走っている。旅客を主目的としている鉄道は11路線で延長626.4km、貨物線は延長34.5kmであり、総延長は660.9kmにおよんでいる(表1)。

表1 県内の鉄道路線名及び走行延長等

| 番号 | 路線名     | 走行延長(km) | 列車本数 |          | 貨物列車比率(%) |
|----|---------|----------|------|----------|-----------|
|    |         |          | 地点   | 本数(本)    |           |
| 1  | 東北新幹線   | 123.5    | 村田町  | 76       | 0.0       |
|    |         |          | 大和町  | 44       | 0.0       |
| 2  | 東北本線    | 135.5    | 大河原町 | 82(135)  | 39.3      |
|    |         |          | 岩沼市  | 139(237) | 41.4      |
|    |         |          | 仙台市  | 117(199) | 41.2      |
|    |         |          | 松島町  | 77(140)  | 45.0      |
|    |         |          | 田尻町  | 47(93)   | 49.5      |
| 3  | 常磐線     | 43.7     | 山元町  | 64(72)   | 11.1      |
| 4  | 仙山線     | 40.0     | 宮城町  | 50(60)   | 16.7      |
| 5  | 仙石線     | 50.3     | 仙台市  | 114      | 0.0       |
|    |         |          | 松島町  | 54       | 0.0       |
| 6  | 陸羽東線    | 54.6     | 古川市  | 46(49)   | 6.1       |
| 7  | 石巻線     | 44.9     | 涌谷町  | 30(50)   | 40.0      |
| 8  | 気仙沼線    | 72.8     | 気仙沼市 | 16       | —         |
| 9  | 大船渡線    | 18.2     | 気仙沼市 | 22       | —         |
| 10 | 阿武隈急行   | 17.4     | 角田市  | 28       | 0.0       |
| 11 | 栗原電鉄    | 25.5     | 栗駒町  | 28       | —         |
|    | 計       | 626.4    | —    | —        | —         |
| 12 | 宮城野貨物線  | 13.0     | 仙台市  | (92)     | 100.0     |
| 13 | 仙台臨海鉄道  | 6.0      | —    | —        | —         |
| 14 | その他の貨物線 | 15.5     | —    | —        | —         |
|    | 計       | 34.5     | —    | —        | —         |
|    | 合計      | 660.9    | —    | —        | —         |

註) 列車本数の欄中の数字は旅客車であり、( )内は総本数(貨物車)である。

\* 現宮城県大崎保健所

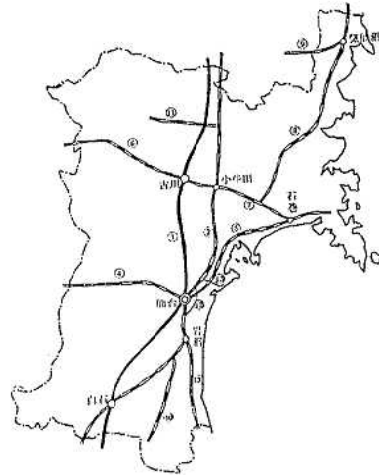


図1 県内の鉄道路線網

鉄道騒音は、車輪とレールの間で生ずる走り装置音、電動機からの駆動装置音、発電機、冷却ファン等の補助装置音、パンタグラフ等の集電装置からの音<sup>1) 2)</sup>等が複雑にからみ合っており、ほとんどの場合定刻とは言い、24時間を通して走行し騒音を発生している。

このような鉄道沿線には多数の人々が居住しており、列車が通過する数秒ではあるが騒音を知覚し、少なからず住民に影響を及ぼしているものと思われる。又、鉄道騒音の評価に際して、住民の生活妨害の判断には $Leq(24)$ をベースとした尺度が良いと言われている<sup>3)</sup>ことから、今回は $Leq(24)$ をベースとした騒音レベルの実態と影響範囲を把握することを目的として調査を実施した。

## 2. 調査測定方法

等価騒音レベルの測定は民家の庭で行い、線路と測定点の間に障害物がなく、鉄道騒音を代表すると認められる地点で、マイクロホンの高さは地上高1.5m程度とした。

測定機器は環境騒音測定装置(リオン製NB-11A)を用い、表2の測定条件により、1地点について0.2秒間隔でサンプリングをし、10分間の $Leq$ を24時間連続測定した。NB11Aは測定結果を内部メモリーに記憶してい

る為、測定終了後直ちにマイクロコンピュータによりデータを読み取り、Leq(24)、Ldnについて集計した。

表2 環境騒音測定装置測定条件

| 項目       | 条件          |
|----------|-------------|
| 周波数補正回路  | A 特性        |
| 測定範囲     | 30 ~ 130 dB |
| 動特性      | SLOW        |
| サンプリング周期 | 0.2 秒       |
| レベル分解能   | 0.5 dB      |

又、等価騒音レベルの測定とあわせて、同一地点において騒音計と高速度レベルレコーダの組み合わせにより24時間連続記録し、後日、列車本数、騒音レベルのピーク値を読み取った。このとき、騒音計の設定は周波数補正回路：A特性、動特性：SLOWとし、高速度レベルレコーダの設定はペンスピード：SLOW、ペーパースピード：0.3 mm/Sとした。

表3 調査測定結果

| 番号 | 測定地点住所               | ピークレベル<br>パワー平均値<br>dB(A) | 列車本数<br>本 | 線路からの<br>距離<br>m | Leq(24) | Ldn   | 路線名    |
|----|----------------------|---------------------------|-----------|------------------|---------|-------|--------|
|    |                      |                           |           |                  | dB(A)   | dB(A) |        |
| 1  | 村田町大字沼辺字方の作6 山家宅     | 80.9                      | 79        | 30               | 61.8    | 66.0  | 東北新幹線  |
| 2  | 大和町落合下松和田中屋敷1-76 瀬戸宅 | 78.7                      | 51        | 50               | 54.7    | 57.8  | "      |
| 3  | 大河原町大谷字戸の内前23-1 山田宅  | 85.3                      | 135       | 18               | 67.3    | 72.8  | 東北本線   |
| 4  | 岩沼市桑原二丁目1-61 浅野宅     | 80.0                      | 237       | 30               | 64.8    | 70.3  | "      |
| 5  | 仙台市燕沢東一丁目11-10 加藤宅   | 85.0                      | 199       | 10               | 67.7    | 74.1  | "      |
| 6  | 松島町根廻字丸田3 阿部宅        | 85.8                      | 140       | 10               | 64.9    | 68.8  | "      |
| 7  | 田尻町沼辺字館浦38-2 川村宅     | 82.2                      | 93        | 33               | 60.7    | 66.8  | "      |
| 8  | 山元町山寺字西牛橋40-145 高橋宅  | 87.1                      | 72        | 18               | 64.5    | 68.0  | 常磐線    |
| 9  | 宮城町下愛子字町123-14 加藤宅   | 84.5                      | 60        | 15               | 70.8    | 74.3  | 仙山線    |
| 10 | 仙台市館町二丁目11-27 三浦宅    | 93.7                      | 137       | 6                | 75.0    | 77.8  | 仙石線    |
| 11 | 松島町磯崎字白萩45 小野宅       | 81.5                      | 54        | 30               | 56.9    | 60.0  | "      |
| 12 | 古川市李埜字東田91-2 鹿野宅     | 81.9                      | 49        | 20               | 67.9    | 72.9  | 陸羽東線   |
| 13 | 涌谷町字中下道210-2 中川宅     | 77.6                      | 50        | 40               | 57.0    | 59.7  | 石巻線    |
| 14 | 角田市横倉字左関204-42 斎藤宅   | 83.7                      | 28        | 20               | 57.5    | 61.8  | 阿武隈急行  |
| 15 | 仙台市文化町7-25 飯沼宅       | 82.1                      | 92        | 20               | 62.0    | 68.9  | 宮城野貨物線 |

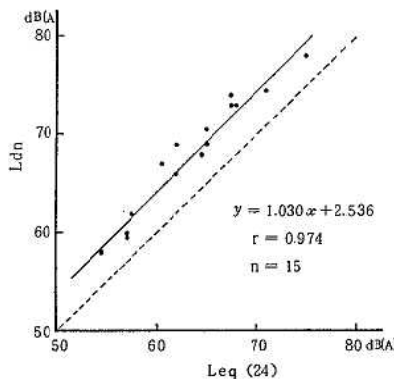


図2 Leq(24)とLdnの関係(実測値)

### 3. 調査測定結果

県内の主要な線路である東北本線等9路線について、列車本数等を勘案して選定した15地点の測定を行った結果は表3に示すとおりで、Leq(24)、Ldnとも最も大きい地点は仙石線沿いの仙台市館町(線路中心から6mの地点)のLeq(24) = 75 dB(A)、Ldn = 77.8 dB(A)であり、反対に最も小さい所は東北新幹線沿いの大和町落合(高架の軌道中心から50mの地点)のLeq(24) = 54.7 dB(A)、Ldn = 57.8 dB(A)であった。

測定により得られた、これら15地点のLeq(24)とLdnの関係は図2に示すとおり、相関係数は0.974とかなり強い相関があり、

$$Ldn \approx Leq(24) + 4 \dots\dots\dots (1)$$

の関係にある。

ここでLeq(24)とは日平均の騒音レベルと言うことができ、それぞれの算出方法は式(2)、(3)に示すとおりである。

$$Leq(24) = 10 \log_{10} \frac{1}{144} \left( \sum_{i=1}^{144} 10^{\frac{Leq(1/6)}{10}} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Leq(24) : \text{等価騒音レベルの日平均値 (dB(A))} \\ Leq(1/6) : \text{ " 10分値 (dB(A))} \end{array} \right.$$

$$Ldn = 10 \log_{10} \frac{1}{144} \left( \sum_{i=1}^{90} 10^{\frac{Ld}{10}} + \sum_{i=1}^{54} 10^{\frac{Ln+10}{10}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Ldn : \text{昼夜等価騒音レベル (dB(A))} \\ Ld : \text{昼間 (7:00 ~ 22:00) の等価騒音レベルの10分値 (dB(A))} \\ Ln : \text{夜間 (22:00 ~ 7:00) の " " (dB(A))} \end{array} \right.$$

4. 推定式の導入

測定の結果得られたデータを用いて、鉄道沿線の実態及び影響範囲を把握する為には、推定式を作成する必要がある。

今ある地点における、鉄道騒音の1日あたりの騒音レベルを決定する主なパラメータとしては、

- ① 列車通過時の騒音レベル
- ② 通過列車の本数
- ③ 線路からの距離
- ④ 列車の通過速度
- ⑤ 周辺の地形
- ⑥ 気象の状態

等が考えられる。

しかし、ここでは1日の騒音レベルを代表するLeq<sub>04</sub>及びLdnを目的変数とし、種々のパラメータのうち特に騒音レベルに影響をおよぼすと思われる、上述①～③の項目を説明変数として重回帰分析を適用する。

重回帰分析とは、(4)式に示す重回帰モデルの未知パラメータ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ に関して1次式であることを要求するだけであり、p個の説明変数とそれに対応する目的変数の値 $(x_1, x_2, \dots, x_p; y)$ がn組得られるとき、これを用いて最小二乗法により $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$ の最良不偏推定値を求める手法である。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \epsilon \dots (4)$$

今回、重回帰分析を行う場合の回帰モデルとして(5)式を想定した。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 \log_{10} x_2 + \beta_3 \log_{10} x_3 + \epsilon \dots (5)$$

- $x_1$ : 通過列車のピークレベルのパワー平均値 (dB(A))
- $x_2$ : 通過列車の本数 (本)
- $x_3$ : 線路中心からの距離 (m)

ここで、説明変数である $x_2$ と $x_3$ に対して対数をとっているのは、既に公知の事実となっているが、騒音レベルと列車本数及び距離との関係は、対数的直線関係にある<sup>4)</sup>ことを基礎としている為である。

5. Leq (24) 推定式の作成

目的変数をLeq<sub>04</sub>として、推定式作成に使用するデータの平均値及び標準偏差を表4に、相関行列を表5に示す。ピークレベルのパワー平均値と線路からの距離及びLeq<sub>04</sub>との間、又、Leq<sub>04</sub>と線路からの距離の間に相関係数0.75以上のかなり強い相関が認められた。

次に、偏回帰係数と偏相関係数を表6に示すが、目的変数と対象とする説明変数(他の説明変数の影響を除外した)との相関を求めた偏相関係数を見ると、線路からの距離(-0.394)が第1で、次に通過列車の本数(0.367)の順である。ピークレベルのパワー平均との相関が

表4 標準偏差及び平均

| 項目          | 標準偏差      | 平均         |
|-------------|-----------|------------|
| ピークレベルパワー平均 | 3.9 dB(A) | 83.3 dB(A) |
| 列車本数        | 60.0 本    | 98.4 本     |
| 線路からの距離     | 12.0 m    | 23.3 m     |
| Leq (24)    | 5.7 dB(A) | 63.6 dB(A) |

表5 相関行列

| 項目                | パワー平均  | 列車本数   | 距離     | Leq <sub>04</sub> |
|-------------------|--------|--------|--------|-------------------|
| パワー平均             | 1      |        |        |                   |
| 列車本数              | 0.328  | 1      |        |                   |
| 距離                | -0.897 | -0.427 | 1      |                   |
| Leq <sub>04</sub> | 0.754  | 0.531  | -0.815 | 1                 |

表6 偏回帰係数及び偏相関係数

| 項目          | 標準回帰係数 | 偏回帰係数   | t 値    | 偏相関係数  |
|-------------|--------|---------|--------|--------|
| ピークレベルパワー平均 | 0.185  | 0.269   | 0.502  | 0.150  |
| 列車本数        | 0.236  | 5.230   | 1.309  | 0.367  |
| 線路からの距離     | -0.548 | -12.576 | -1.423 | -0.394 |
| 定数          |        | 47.568  |        |        |

0.15と最も弱いのは、パワー平均の変動が小さい為と思われる。

これらのことから、推定式として(6)式が得られた。

$$\text{Leq}_{04} = 47.568 + 0.269 x_1 + 5.230 \log_{10} x_2 - 12.576 \log_{10} x_3 \dots (6)$$

得られた(6)式が有効であるかどうかを分散分析表(表7)により検定する。

表7 分散分析表

| 変動要因    | 平方和   | 自由度 | 不偏分散   | 分散比(F)  |
|---------|-------|-----|--------|---------|
| 全変動     | 453.8 | 14  |        |         |
| 回帰による変動 | 323.3 | 3   | 107.78 | 9.087** |
| 残差の変動   | 130.5 | 11  | 11.86  |         |

\*\* 危険率1%にて有意

この結果、F(3,11)のF分布表を用いて

$$F(3, 11; 0.01) = 6.22 < 9.087$$

が得られ、ここで求めた重回帰式は危険率1%を許すことができるならば有意であると言える。

なお、重相関係数は0.844であり、測定値の全変動に対して推定値の変動の占める割合は約71%であった。

最後に、得られた推定式を用いて得られた推定値と実測値との関係を図3に示すが、そのレベル差を見ると、

±3 dBを超えるものは33.3%，又、±5 dBを超えるものは13.3%となっている（表8）。

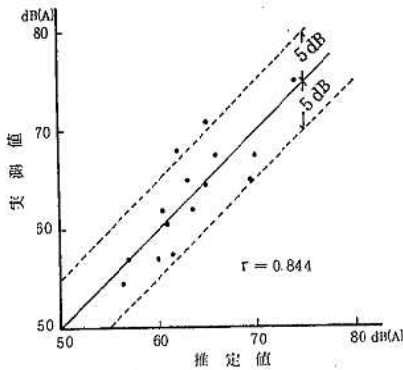


図3 Leg (24)の推定値と実測値の関係

表8 Leq(24)推定値のはずれ値

| レベル差        | 割合    |
|-------------|-------|
| ±3 dBを超えるもの | 33.3% |
| ±5 dB "     | 13.3  |

### 6. Leq 推定式の作成

Leq(24)推定式の作成時と同様に、使用するデータの平均値と標準偏差を表9に、相関行列を表10に示す。ピークレベルのパワー平均と線路からの距離、Ldnと線路からの距離の間に、相関係数0.78以上と強い相関が認められた。

表9 標準偏差及び平均

| 項目          | 標準偏差      | 平均         |
|-------------|-----------|------------|
| ピークレベルパワー平均 | 3.9 dB(A) | 83.3 dB(A) |
| 列車本数        | 60.0 本    | 98.4 本     |
| 線路からの距離     | 12.0 m    | 23.3 m     |
| Ldn         | 6.0 dB(A) | 68.0 dB(A) |

表10 相関行列

| 項目    | パワー平均  | 列車本数   | 距離     | Ldn |
|-------|--------|--------|--------|-----|
| パワー平均 | 1      |        |        |     |
| 列車本数  | 0.328  | 1      |        |     |
| 距離    | -0.897 | -0.427 | 1      |     |
| Ldn   | 0.690  | 0.604  | -0.783 | 1   |

次に、偏回帰係数と偏相関係数を表11に示す。偏相関係数を見ると通過列車の本数(0.479)が第1で、次いで線路からの距離(-0.425)となっている。

表11 偏回帰係数及び偏相関係数

| 項目          | 標準偏差   | 偏回帰係数   | t 値    | 偏相関係数  |
|-------------|--------|---------|--------|--------|
| ピークレベルパワー平均 | 0.034  | 0.052   | 0.090  | 0.027  |
| 列車本数        | 0.333  | 7.784   | 1.810  | 0.479  |
| 線路からの距離     | -0.610 | -14.802 | -1.557 | -0.425 |
| 定数          | 68.083 |         |        |        |

これらのことから推定式として(7)式が得られた。

$$Ldn = 68.083 + 0.052x_1 + 7.784 \log_{10} x_2 - 14.802 \log_{10} x_3 \dots\dots (7)$$

得られた(7)式の有効性を分散分析表(表12)により検定する。

表12 分散分析表

| 変動要因    | 平方和   | 自由度 | 不偏分散   | 分散比(F)  |
|---------|-------|-----|--------|---------|
| 全変動     | 507.5 | 14  |        |         |
| 回帰による変動 | 356.4 | 3   | 118.79 | 8.645** |
| 残差の変動   | 151.2 | 11  | 13.74  |         |

\*\* 危険率1%にて有意

この結果、F分布表より

$$F(3, 11; 0.01) = 6.22 < 8.645$$

が得られ、危険率1%を許すことができるならば有意であると言える。

なお、重相関係数は0.838であり、測定値の全変動に対して推定値の変動の占める割合は約70%であった。

最後に、推定値と実測値の関係を図4に示すが、レベル差を比較すると±3 dBを超えるものが26.7%，±5 dBを超えるものが20.0%となっている(表13)。

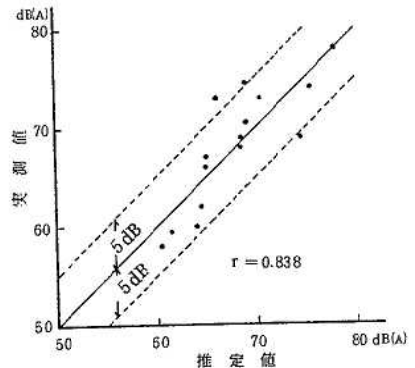


図4 Ldnの推定値と実測値の関係

表 13 Ldn 推定値のはずれ値

| レベル差          | 割合    |
|---------------|-------|
| ± 3 dB を超えるもの | 26.7% |
| ± 5 dB "      | 20.0  |

7. おわりに

今回、本県内の鉄道沿線における Leq (24) 及び Ldn の推定式を作成し、実測値と推定値の間には、いずれも相関係数 0.83 以上とかなり強い相関が認められた。

この推定式を用いて、公衆の健康と福祉を十分な安全幅で保護するのに必要と認められた騒音レベル<sup>5)</sup>として EPA より提案された。表14に示すレベルの影響範囲を大胆に推定すると、聴力損失レベル Leq 04 ≤ 70 dB の所は、線路中心から約10m以内であり、また屋外活動妨害レベルとしている Ldn ≤ 55 dB の所は、列車本数を 100 本 (調査平均値) とする約 170 m となる (図 5)。

表 14 公衆の健康と福祉を十分な安全幅で保護するのに必要と認められた騒音レベル

| 影響          | レベル            | 区 域   |
|-------------|----------------|---|
| 聴力損失        | Leq 04 ≤ 70 dB | すべての区域  |
| 屋外活動妨害とうるささ | Ldn ≤ 55 dB    | 住居地域および農場における屋外<br>その他の屋外にあって人々がさまざまな時間を過ごす場所、その他静けさが必要とされる場所 |
|             | Leq 04 ≤ 55 dB | 学校構内とか運動場など人が限られた時間を過ごす屋外                                     |
| 屋内活動妨害とうるささ | Ldn ≤ 45 dB    | 住居地域の屋内   |
|             | Leq 04 ≤ 45 dB | その他学校など人間活動が行われる屋内の場所   |

なお、鉄道騒音の影響を受ける面積と人口を、線路総延長と人口密度等から求めると、Leq 04 ≤ 70 dB の暴露面積は 13.2 km<sup>2</sup>、暴露人口は 3,934 人と両方とも県全体のはば 0.2% にあたり、また Ldn ≤ 55 dB の暴露面積は 224.7 km<sup>2</sup>、暴露人口は 66,960 人と両方とも県全体のはば 3.1% となっている。しかし、家屋裏側では家屋による遮音効果が生じるため、騒音レベルの低減が期待できることから、実際の影響はもう少し小さいと言えるが、潜在的には問題となる可能性をはらんでいるものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 江端正直他：音響技術 8, 27 (1974)
- 2) 中村忠元： " 39, 1 (1982)
- 3) 曾根敏夫他： " 39, 11 (1982)
- 4) 石井聖光： " 39, 19 (1982)
- 5) 東京都公害研究所資料 3-0-5 (昭和53年2月)

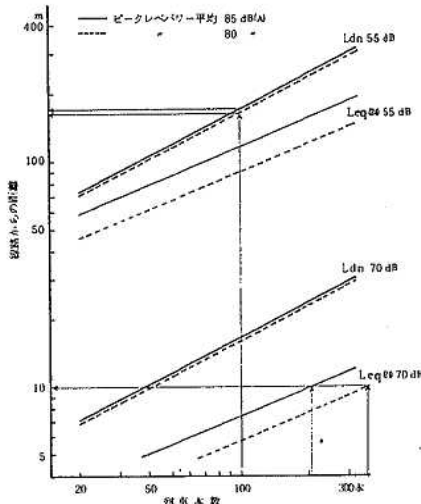


図 5 鉄道騒音の影響範囲推定図

## 30 臭袋の洗浄効果について

### — 空気洗浄処理による臭袋の再使用について —

佐藤 博明 渡辺 丈夫 高梨 忠男

悪臭官能試験法の普及にあたっては、測定手法の簡素化と測定コストの低減が不可欠の要素となっている。このうち測定コストの中でも大きな比重を占めているのが臭袋及びサンプリングバッグである。五点比較式臭袋法では従来より臭袋及びサンプリングバッグの再使用を行ってコストを低減させてきたが、再使用に際しては、袋の無臭化が測定精度に大きな影響を及ぼすこととなる。

現在、空気洗浄装置を用いて袋の洗浄無臭化を行っているが、今回その洗浄効果について測定を行った結果、ニオイの強さに応じた期間洗浄を続けることにより袋はほぼ完全に無臭化されることが判明した。これにより、測定精度上からも袋の再使用は問題ないものと考えられる。

#### 1. はじめに

悪臭測定法である五点比較式臭袋法においては、現場臭気を容量20ℓのサンプリングバッグで捕集しており、また、パネル判定には、同一容量の臭袋を使用している。

現場臭気は、サンプリングを行う地点等によってそのニオイの強さは様々なものとなる。例えば、事業場の建屋換気口等において、臭気指数が30以上の極めて強いニオイになることもある反面、敷地境界では、通常臭気指数は10～20程度と低く、比較的弱いニオイとなる。

次に、パネル判定の際、捕集された現場臭気は無臭空気により希釈され、臭袋内では臭気指数10～20程度の弱いニオイとなる。この場合、強いニオイの現場臭気は希釈倍数が大きく、反対に、ニオイの弱い現場臭気は希釈倍数が小さくなるが、いずれも希釈後はほぼ同一レベルの強さのニオイとなる。

臭気指数10～20の強さのニオイは、大多数の人が嗅いで、比較的楽に感知できる程度のニオイである。

また、サンプリングバッグ及び臭袋内に臭気が注入されると、袋内面にニオイ成分が付着する。このため、袋内の臭気を全量排出した後に無臭空気を注入しても、付着したニオイ成分からの発散があるために、臭気化してしまうこととなる。

サンプリングバッグの場合、付着するニオイ成分が多いことが多く、このため無臭空気は、かなり強いニオイの臭気となる。反対に、臭袋の場合は、臭気化の程度は低く、微弱なニオイの臭気となることが多い。

従って、サンプリングバッグ及び臭袋は使い捨てにすることが望ましいが、これ等の袋は非常に高価であり、しかも臭袋は大量に必要となるため、使い捨て方式では測定コストを著しく上昇させることとなる。このため、袋を再使用してコストを下げるのが、測定体制を維持する上で不可欠の要素となる。

現在、使用済の袋は空気洗浄装置を用いて無臭化して

いるが、付着臭の強弱に応じて、どれだけの洗浄期間が必要となるか、またそれによってどの程度の洗浄効果があるのかについて今回調査を行ったので、その結果について報告する。

#### 2. 装置概略

##### 2.1 臭袋

臭袋には、近江オドエアサービス株式会社製の flex Sampler Type -A を使用している。材質は、Polyethylene Terephthalate フィルムで、縦100cm、横50cmの長方形のフィルムを縦真中で折り重ね、三辺を加熱溶着させたものである。

容量は、公称20ℓ、最大24～25ℓとなっている。フィルムの厚さは25～100μである。

臭気注入口は、不飽和ポリエステル樹脂製で、長さ38mm、外径8mm、内径はテーバーがついたものとなっており、外側が5.5mm、内側が4mmである。

ゴムキャップとして、注入口に長さ約7cm、外径9mm、内径7mmのシリコンゴム管を取り付け、ピンチコックにより臭気の放出を防いでいる。

この臭袋は、フィルム材質の無臭性が高いうえに、フィルムの張り合せに接着剤等を使用していないことから、現在最も無臭化の進んだものとされている。

また、フィルムの引張り強度、曲げに対する抵抗力も大きいので、長期間の繰り返し使用にも十分耐えうるものとなっている。

##### 2.2 サンプリング袋

材質及び規格性能とも臭袋と同一のものであるが、現場臭気運搬、保存中に紫外線等の影響を防ぐため、フィルムをメタルコーティングしたType-Dを使用している。

##### 2.3 洗浄装置

洗浄装置の概略を図1に示す。

ダイヤフラム式ポンプにより吸引された空気は、活性



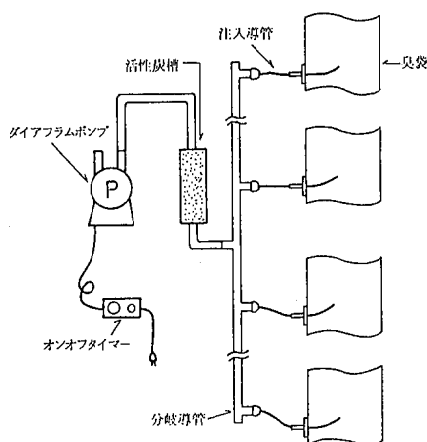


図1 洗浄装置略図

炭槽により無臭化され、分岐導管を経て、臭気注入口に差し込まれた注入導管から袋内に吹き込まれる。袋内の空気は、付着しているニオイ成分からの発散によって既に臭気化しており、吹き込まれた無臭空気によって注入口の隙間から外部に押し出される。これを繰り返すことにより、付着しているニオイ成分の濃度は徐々に薄くなる。

ダイヤフラムポンプは、最大流量 $50\text{ l/分}$ で、オンオフタイマーにより30分毎に3～5分間起動するようにセットされており、長時間運転によるポンプモーターの焼け付きを防ぐとともに、ポンプ休止時に付着ニオイ成分を十分に発散させて効率的な洗浄を行えるようになっている。

活性炭槽は、口径 $70\text{ mm}$ 、長さ約 $700\text{ mm}$ の亚克力製円筒管に粒状活性炭を約 $1\text{ kg}$ 充填したものである。

分岐導管は、外径 $15\text{ mm}$ のガラスT字管を口径 $18\text{ mm}$ 、内径 $16\text{ mm}$ のテフロン管で連結したものである。

注入導管は、外径 $3\text{ mm}$ 、内径 $2\text{ mm}$ 、長さ $30\text{ cm}$ のテフロン導管より成り、ガラスT字管にシリコンゴム管を利用して取り付けられており、臭気取入口より袋内に差し込まれる。

ポンプと分岐導管との間は、外径 $20\text{ mm}$ 、内径 $14\text{ mm}$ のシリコンゴム管で連結している。

また、この空気洗浄装置は、常時稼働させておく必要があるため、壁掛式にしてスペースを最小限に押えている。

本装置一式で20枚の袋の洗浄が可能であり、現在6組を取り揃えて洗浄処理を行っている。

### 3. 測定方法

#### 3.1 臭気指数の低下

魚腸骨処理場で採取したソリュブル液を加熱バブリングして発生させた臭気をサンプリングバッグAに捕集し、悪臭測定の登録パネルを使ってその臭気指数を求めた。

次に、サンプリングバッグAの臭気の半量をサンプリングバッグBに移し、A B両袋とも約6時間放置してニオイを袋に十分なじませた。この後、Aについては洗浄処理を施し、Bはそのまま発泡スチロール製の保温箱内に保管した。

このA、B両袋内の臭気について、1日、2日、4日、7日、11日後にそれぞれ臭気指数を求め、洗浄処理による臭気指数の低下状況を測定した。なお、A袋については、測定約3時間前に洗浄装置から取り外し、付着ニオイ成分が十分発散するように放置した。

洗浄空気量は、袋1枚につき $3.7\text{ l/分}$ 、ポンプ作動時間3分間とした。

#### 3.2 感知率の低下

3.1と同様の方法で求めた臭気をサンプリングバッグに捕集し、登録パネル8名を使い、その臭気指数を求めた。

この時の判定に用いた2000倍と5000倍の希釈臭気を注入した臭袋を選定し、サンプリングバッグとともに洗浄処理を施した。

臭袋の場合、袋の付着臭のニオイが弱いため、臭気指数の測定を行うことは難しく、その代りに、パネル11名(当センター職員)を使用して袋の感知率測定を行って洗浄効果の確認を行った。

測定は、5枚の袋のうちから正解となるもの1枚を選び出す方法で行い、11名のパネルのうち正解となったパネルの割合をもって感知率と定めた。

この方法では、袋についているわずかな付着臭も測定結果を左右することとなる。このため、あらかじめ約1ヶ月間にわたりサンプリングバッグ及び臭袋の洗浄処理を続け、さらに、このうちから11名のパネルによって付着臭が無いと判断された袋のみを選定して、測定に用いた。

また、正解となる袋が測定期間中を通して同一のものになることから、袋の特徴を隠すために、測定を行うごとに、全部の袋に黒色のビニール袋を被せて測定を行った。ビニール袋の固有臭がやや感じられたが、ビニール袋に孔を開け、やや長めのシリコンゴム管を臭気注入口に取りつけたため、測定に際して影響は見られなかった。

洗浄期間は29日間で、洗浄空気量は袋1枚につき $2\text{ l/分}$ 、ポンプ作動時間を5分とした。

感知率の測定は、洗浄期間中の1日、2日、4日、5日、6日、7日、8日、9日、11日、12日、13日、16日、22日、29日経過後にそれぞれ実施した。

測定に際しては、測定3時間前に洗浄装置より取り外し、付着ニオイ成分が十分発散するように放置した。

### 4. 結果

#### 4.1 臭気指数の低下

図2は、洗浄処理中のサンプラーバッグと無洗浄のサ

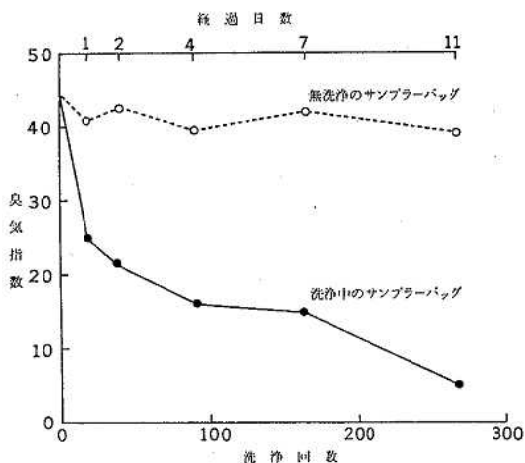


図2 サンプラーバッグの洗浄効果(原臭採取用)

ンプラーバッグの臭気指数の変化を比較したものである。

無洗浄の袋の臭気指数は、11日経過後においても若干低下した程度で大きな変化がないのに比べ、洗浄処理中の袋の臭気指数は、1日経過後に20程度急激に低下し、その後も低下量は小さくなったものの徐々に低下傾向が続いて、11日経過後には臭気指数10以下となり、大きな変化が生じたことが判明した。

これを洗浄回数に換算すると270回の洗浄に相当することとなる。ここで洗浄回数は、袋に吹き込まれた無臭空気の積算流量を袋容積で除したもので、1時間に2回、各3分間ポンプを作動させ、無臭空気流量を3.7 l/分としたため、洗浄回数1回は約1時間の経過時間に相当する。

従って、臭気指数45の極めて強烈なニオイの臭気が注入されたサンプリングバッグ内の付着臭は、11日間の洗浄期間もしくは270回の洗浄によってほぼ除去されたものと考えることが出来るが、臭気指数が10以下になったことは必ずしも付着臭が消えたことを意味しない。このためには、希釈倍数1(希釈を行わない状態)で付着臭を感知しないことを証明する必要があるが、このことについては次節で説明する。

#### 4.2 感知率の低下

図3は、洗浄処理による感知率の変化を示したものである。

臭気指数49のソリュブル臭気が直接注入されたサンプリングバッグの場合は、洗浄回数575回(約24日経過後)でようやく感知率の低下が認められた。洗浄回数220回~270回にかけて一時感知率が低下しているが、これはパネルの体調が不良の時や注意力が散漫になった様な時には、誤った判断を下してしまう程度にニオイが弱くなっていることを示していると考えられる。

臭気指数49のソリュブル臭気を2000倍に希釈したものは、臭気指数16に相当するが、これを注入した臭袋では、

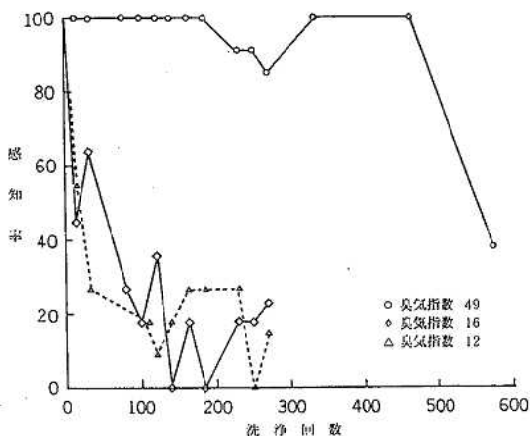


図3 臭袋の洗浄効果

14回の洗浄回数で感知率は50%に低下し、以後多少起伏はあるものの洗浄回数80~120回(5日経過後)を過ぎてから感知率は30%を前後したものとなっている。

同様に、臭気指数12の臭気は、ソリュブル臭気の5000倍希釈したものに相当するが、感知率は洗浄回数30回で30%以下となっている。

次に、11名のパネルが、各々5枚の袋の中より1枚を選ぶ場合に、偶然に正解となる確率を求めてみると、図4に示す結果となる。図より、偶然に正解となる確率が

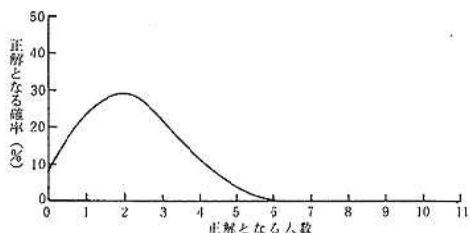


図4 判定者が偶然に正解する確率

最も大きくなるのは、2人の場合で約30%、次いで1人及び3人の場合が約20%となる。4人以上が偶然に正解となる確率はこれ等に比べて低くなっていることから、逆に4人以上のパネルが正解となった場合(感知率36%以上)は、偶然ではなく、袋のニオイを的確に感知したことを示しており、袋の付着臭が消えていないことを表わしていると考えることが出来る。

このことから、今回の測定では、正解者が3人以下(感知率36%未満)の場合を「まぐれ」と判定して、袋の付着臭は消えたものと判断した。

以上から、臭気指数49の付着臭は、洗浄回数580回(27日経過後)程度、臭気指数16の付着臭は、120回(5日経過後)、臭気指数12の付着臭は、30回(2日経過後)ではほぼ無臭化されたと考えることが出来る。

これを取りまとめたのが図5で、測定例は少いものの、付着臭のニオイの強さと洗浄回数との間には、何らかの関係が成り立つことが予想される。

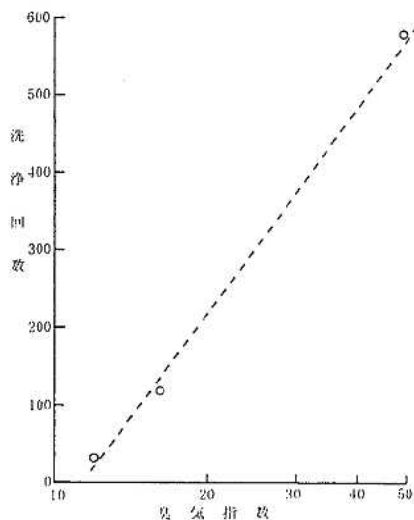


図5 付着臭の強さと洗浄回数の関係

## 5. まとめ

使用済のサンプリングバッグ及び臭袋について、新たに空気洗浄装置を開発し、その洗浄効果について検討を加えた。

結果を以下にとりまとめる。

- 1) 空気洗浄装置による洗浄効果が確認された。
- 2) 袋の付着臭の強さと、洗浄回数との間には何らかの関係が成り立つことが予想される。
- 3) サンプリングバッグは、通常の強さの現場臭気であれば、600回程度の洗浄回数で無臭化される。
- 4) 臭袋は、150回程度の洗浄回数で無臭化される。

終りにあたり、今回の測定において、パネル役を快く勤めていただいた保健環境センター職員各位に対し深く感謝します。

## 参 考 文 献

- 1) 環境庁 “官能試験調査報告書” 1982

## II 資 料