

Shizuoka-Ken Kankyō Eisei Kagaku  
Kenkyūsho Hōkoku 41 (1998)  
ISSN 1343-246X

# 静岡県環境衛生科学研究所報告

平成10年度

Bulletin  
of  
Shizuoka Institute of  
Environment and Hygiene

No.41 1998

静岡県環境衛生科学研究所

## は し が き

静岡県環境衛生科学研究所は、行政的なニーズに応える試験検査機関ですが、近年環境と健康に関して概念の変化や新しい問題が連続している中で、それらに積極的に対応していかなければならない義務を担っています。行政の指示を受け、一定の業務についてマニュアル書に従い検査しデータを出すということだけで事足りた時代がありました。しかし、諸問題が複雑化した今日では試験検査機能に加え、新しい問題とは何かを自ら認識して、解決に向けた研究をせねばならない時代となりました。

かような時代変化を感じ取り、当所はここ数年間新しい問題に対処できる研究所に変革すべき努力をしてきました。研究について取り組むべき課題は何かなどの議論を重ね、そして、実行に移してきました。我々の取り組むべき研究は、行政からのニーズがあること、県が現在抱えているもしくは将来表面化しそうな問題を課題とすること、一年毎に一步ずつ着実に成果を出してゆくことという行政ニーズ性、県密着性、確実性を基本としています。

ここに平成10年度に行なわれた研究についてまとめました。当研究報告書は、試験検査・研修指導・各種委員会など出席をこなしつつ個人的に研究なされたものであり、それらについて成果報告の機会を与えるためのものであり、共同研究や全国学会誌などの論文を含んでいません。

従いまして、研究については方法論や掘り下げなどの改善の余地があると感じられましょう。研究内容は、大学や純粹の研究所とは異なり日常業務の延長的な研究が主となっており、基礎的・理論的な面に欠けることがあります。しかし、その分実務的で具体的結果が出ていると自負しています。当論文が皆様の仕事の参考になれば幸甚です。

平成11年5月

静岡県環境衛生科学研究所長 中村信也

# 目 次

## 微生物部

- 1 1998年に静岡県でアサリの漬け水と食中毒患者から分離された耐熱性溶血毒産生腸炎ビブリオ(O3:K6 および O4:K68) のパルスフィールド電気泳動による解析  
…………… 窪田 勉, 増田 教子 …………… 1
- 2 魚介類等の生食品におけるウイルス汚染と急性胃腸炎に関する調査  
…………… 杉枝正明, 佐原啓二, 長岡宏美  
三輪好伸, 宮本秀樹, 中村信也 …………… 5
- 3 清水港湾地区に生息するげっ歯類におけるハンタウイルス感染の血清疫学調査  
…………… 佐原啓二, 杉枝正明, 長岡宏美  
三輪好伸, 宮本秀樹, 中村信也  
大神田 実, 森田秀實, 杉山和良 …………… 9
- 4 静岡県内の知的障害者更生施設における赤痢アメーバ感染の実態調査  
…………… 寺井克哉, 川村朝子, 三輪憲永  
増田高志, 堀 涉, 宮本秀樹 …………… 13
- 5 老人保健施設の集団給食を原因とするウェルシュ菌食中毒の細菌学的検討  
…………… 三輪憲永, 川村朝子, 寺井克哉  
増田高志, 宮本秀樹, 大谷和弘 …………… 17

## 医薬品生活部

- 6 配置薬の品質管理に関する問題点について  
…………… 堀池あずさ, 小和田和宏, 佐野智子  
馬 淵 博, 坂根弓子, 高橋 真  
上村慎子, 永野隆夫, 佐藤四郎  
内田 恵 …………… 23
- 7 医薬品等の試験検査に係る有害試薬の使用状況調査  
…………… 小和田和宏, 堀池あずさ, 馬 淵 博  
上村慎子, 高橋 真, 坂根弓子  
佐野智子, 永野隆夫 …………… 29
- 8 家電製品の電磁波・電磁波防護用品に関する調査・研究  
…………… 中村和光, 影山知子, 菅野尚子  
山口善三郎, 永野隆夫 …………… 35
- 9 スプレー式ヘアカラーに関する調査・研究  
…………… 中村和光, 影山知子, 菅野尚子  
山口善三郎, 永野隆夫 …………… 41

10	強調表示を標榜する卓上甘味料に関する調査・研究	影山知子, 中村和光, 山口善三郎 永野隆夫	45
11	環境にやさしい台所用品に関する調査・研究	山口善三郎, 影山知子, 中村和光 永野隆夫	51
<b>環境科学部</b>			
12	ケミカル・ハザード防止安全実験室の設計に関する調査	深澤 均, 本間信行, 小原九一 前嶋孝明	55
<b>大気・水質部</b>			
13	魚類への死原因判定に関する研究	五十嵐保正, 田口弘道, 石渡達也 鈴井孝雄, 瀧本俊晴, 室伏由紀 守屋司子, 飯嶋章一	61
14	干潟モデルの設計に関する研究 —浜名湖の干潟の浄化能力について—	石渡達也, 田口弘道, 鈴井孝雄 五十嵐保正, 瀧本俊晴, 室伏由紀 守屋司子, 飯嶋章一	69
15	水生植物を利用した水質浄化法について	瀧本俊晴, 田口弘道, 石渡達也 鈴井孝雄, 五十嵐保正, 室伏由紀 飯嶋章一	73
16	環境基準未達成水域の原因究明調査 —牛淵川—	鈴井孝雄, 田口弘道, 石渡達也 五十嵐保正, 瀧本俊晴, 室伏由紀 小原九一, 飯嶋章一, 木下佳彦	79
17	静岡県内の有害大気汚染物質調査 —優先取組物質 (18 物質) の状況について—	田端孝光, 深谷謙一, 萱沼広行 篠原英二郎, 永田嘉七, 竹下昭二 飯嶋章一	85
18	臭気指数による悪臭規制の検討 —物質濃度法との比較—	永田嘉七, 深谷謙一, 田端孝光 篠原英二郎, 萱沼広行, 竹下昭二 飯嶋章一	91



19 光科学オキシダントによる植物被害に関する調査結果について	
..... 深谷謙一, 篠原英二郎, 竹下昭二 萱沼広行, 永田嘉七, 田端孝光 飯嶋章一 .....	97

東部支所

20 均一沈殿法の排水処理への応用	
..... 村松重緒, 房家正博, 鈴木守正 斉藤将人, 杉山光則, 浅岡龍郎 .....	103

21 非イオン系界面活性剤のBODに与える影響	
..... 斉藤将人, 鈴木守正, 房家正博 村松重緒, 浅岡龍郎 .....	109

西部支所

22 西部(小笠)地域の窒素による地下水等汚染調査(第1報)	
..... 中島二夫, 河合 渉, 小池 明 山本光宣, 梅原鎬市, 井伊博行 .....	113

# CONTENTS

## Department of Microbiology

- 1 Analysis of Thermostable Direct Hemolysin-Producing *Vibrio parahaemolyticus* (Types O3 : K6 and O4 : K68) Isolated by Pulsed-Field Gel Electrophoresis from Patients with Food Poisoning and from Sea Water Used to Store Clams in Shizuoka Prefecture in 1998  
..... Kubota, T. and Masuda, K. .... 1
- 2 Study on the Relationship between SRSV Contamination of Fish and Shells (Raw Oyster) and Acute Gastro-enteritis  
..... Sugieda, M., Sahara, K., Nagaoka, H., Miwa, Y., Miyamoto, H., and Nakamura, N. .... 5
- 3 Sero-epidemiological Studies of Hantavirus Infection among Wild Rodents in Port Area of Shimizu  
..... Sahara, K., Sugieda, M., Nagaoka, H., Miwa, Y., Miyamoto, H., Nakamura, N., Ōkanda, M., Morita, H. and Sugiyama, K. .... 9
- 4 Survey of Amebiasis at an Institution for the Mentality Retarded in Shizuoka Prefecture  
..... Terai, K., Kawamura, A., Miwa, N., Masuda, T., Hori, W., and Miyamoto, H. .... 13
- 5 Bacteriological Investigation of an Outbreak of *Clostridium Perfringens* Food Poisoning Caused at Old People's Medical Institution  
..... Miwa, N., Kawamura, A., Terai, K., Masuda, T., Miyamoto, H. and Ōtani, K. .... 17

## Department of Pharmaceutics and Life Section

- 6 Problems of Quality Control for Drugs Sold by Distribution  
..... Horiike, A., Owada, K., Sano, S., Mabuchi, H., Sakane, Y., Takahashi, M., Kamimura, M., Nagano, T., Sato, S. and Uchida, M. .... 23
- 7 Research for Deliberate Chemicals used in the Test of Drugs  
..... Owada, K., Horiike, A., Mabuchi, H., Kamimura, M., Tahahashi, M., Sakane, Y., Sano, T. and Nagano, T. .... 29
- 8 Measurement of Electromagnetic Wave Radiated from Electric Goods and Test of Anti-Electromagnetic Goods  
..... Nakamura, K., Kageyama, T., Kanno, N., Yamaguchi, Z., and Nagano, T. .... 35

9	Study on Practical Use of Hair-Dyeing Liquid in Spray Type	41
	..... Nakamura, K., Kageyama, T., Kanno, N., Yamaguchi, Z., and Nagano, T.	
10	Study on Table Sugar with Indication of the Ingredient on the Wrapping	45
	..... Kageyama, T., Nakamura, K., Yamaguchi, Z. and Nagano, T.	
11	Study on Kitchen Utencil Gentle to the Environment	51
	..... Yamaguchi, Z., Kageyama, T., Nakamura, K. and Nagano, T.	

**Department of Environment Development**

12	Building Design of Chemical Laboratory for Protecting the Investigators from Hazardous Chemicals	55
	..... Fukazawa, H., Homma, N., Kohara, K. and Maejima, T.	

**Department of Pollution Control**

13	Studies on the Method to Investigate the Cause of Fish Mortal Accidents	61
	..... Igarashi, Y., Taguchi, H., Ishiwata, T., Suzui, T., Takimoto, T., Murofushi, Y., Moriya, N. and Iijima, S.	
14	Studies on Designs of Tidal Flat Models	
	–Purification Capacity of Tidal Flats in Hamanako Lake–	
	..... Ishiwata, T., Taguchi, H., Suzui, T., Igarashi, Y., Takimoto, T., Murofushi, Y., Moriya, N. and Iijima, S.	69
15	Water Purification by Use of Aquatic Plants	73
	..... Takimoto, T., Taguchi, H., Ishiwata, T., Suzui, T., Igarashi, Y., Murofushi, Y. and Iijima, S.	
16	Research for the Cause of Water Pollution in the Area of Exceeding Environmental Quality Standard	
	–Ushibuchi River–	
	..... Suzui, T., Taguchi, H., Ishiwata, T., Igarashi, Y., Takimoto, T., Murofushi, Y., Kohara, K., Iijima, S. and Kinoshita, Y.	79
17	Research on Hazardous Air Pollutants in Shizuoka Prefecture	
	–Research on HAPs of 18–	
	..... Tabata, T., Fukaya, K., Kayanuma, H., Shinohara, E., Nagata, K., Takeshita, S. and Iijima, S.	85
18	Research of Odor Regulation by Odor Index	
	–Comparison with Substance Measuring Method–	
	..... Nagata, K., Fukaya, K., Tabata, T., Shinohara, E., Kayanuma, H., Takeshita, S. and Iijima, S.	91

- 19 Research on Plant Damages by Photochemical Oxidant  
..... Fukaya, K., Shinohara, E., Takeshita, S., Kayanuma, H.,  
Nagata, K., Tabata, T. and Iijima, S. .... 97

**Eastern Branch Office**

- 20 Application of Homogeneous Precipitation Method to Waste Water Treatment  
..... Muramatsu, S., Fusaya, M., Sukuki, M., Saito, M., Sugiyama,  
M. and Asaoka, T. ....103

- 21 The Influence of Nonionic Surfactants on BOD  
..... Saito, M., Suzuki, M., Fusaya, M., Muramatsu, S. and Asaoka,  
T. ....109

**Western Branch Office**

- 22 Survey on Contamination of Nitrate in Groundwater  
..... Nakajima, T., Kawai, W., Koike, A., Yamamoto, M., Umehara,  
K. and Ii, H. ....113

れた20検体のSRSV遺伝子は、35/36プライマーペアを用いた1段目の1st PCRでは、全て470 bp付近に目的とするDNAバンドが確認されなかった。しかし、更にNV81/NV82, SM82のプライマーペアを用いた2段目のNested PCRを行なうと330 bp付近に目的とするDNAバンドが確認された。

### 3 カキが関与して発生した食中毒患者糞便からのSRSV遺伝子の検出状況

1997年1月～1998年12月の2年間に、静岡県内では70件の食中毒事例が発生し、そのうち11事例(15.7%)からSRSV遺伝子を検出した。この11事例中カキが原因と考えられたのは6事例(55%)であった。

その6事例の食中毒患者糞便についてSRSV遺伝子検索を実施したところ、42検体中25検体(59.5%)から1st PCRおよびNested PCR法によりSRSV遺伝子が検出された(表2)。

### 4 SRプライマーセットによるGenogroup型別

養殖ガキの中腸腺およびカキが原因で発生した食中毒患者糞便から、1st PCRおよびNested PCR法で検出したSRSV遺伝子産物を、Genogroup型別したところ、養殖ガキの中腸腺(20検体)および食中毒事例患者糞便(25検体)から検出されたSRSV遺伝子は全てGenogroup II型に分類された(表3)。

表2 カキにより発生した食中毒患者糞便からのSRSV遺伝子の検出状況

年次・月 発生施設	原因食品	検体数	SRSV遺伝子陽性数	
			1st & Nested PCR法	
1997, 1 飲食店	酢ガキ	8件	5件	
1997, 3 旅館	生ガキ	6	4	
1997, 12 飲食店	カキ・スープ	8	4	
1998, 1 飲食店	生ガキ	5	3	
1998, 2 飲食店	生ガキ	9	5	
1998, 2 飲食店	生ガキ	6	4	
計		42	25	

表3 養殖ガキおよび食中毒患者糞便由来のSRSV遺伝子のGenogroup型別

材 料	検体数	Genogroup 型別	
		G I	G II
養 殖 ガ キ	20件	0	20件
食中毒患者糞便	25	0	25

## 考 察

ウイルス性食中毒の主要な病原ウイルスであるSRSVは、毎年冬季に小児および成人に流行する嘔吐下痢症の原因ウイルスであり、特に食品の中でもカキを摂取して発生する事例が半数以上を占めている。

静岡県内では、1986年1月～1998年12月までの過去13年間に集団発生した非細菌性の急性胃腸炎が39事例確認されている。

これまで食中毒事例におけるウイルス汚染について患者糞便、原因食品を中心に調査を実施し、生食用カキの一部がSRSV汚染しており、その感染源の一部であることを報告<sup>6)</sup>してきた。

また、1995年～1996年の2年間、県内で市販されていた生食用カキのSRSV汚染の実態調査から、カキの養殖海域(生産段階)での現状把握が重要であることが判明した。しかし、カキの養殖期間中(通常1年間)、継続したSRSVの調査報告はみられていない。

今回、我々は1997年1月～1998年12月の2年間に生食用カキの出荷産地で養殖される生ガキのSRSV汚染の実態を把握するため、毎月、同一のM海域(東北)より採取した生ガキの中腸腺からSRSV遺伝子の検索を実施したところ、11月～翌年3月(初秋～春)に検出され、2年間の年次別検出状況では差が認められなかった。

国内では生食用カキは冬季に流通・市販されるため、冬季中のみSRSV汚染が確認された。しかし、4月～10月の期間にはSRSV汚染が確認されなかった。その検出されなかった理由は不明である。

静岡県内では、毎年、SRSV食中毒が11月～翌年3月に発生している。1997年1月～1998年12月の2年間でも集団発生したSRSVによる食中毒が6事例11月～3月に発生し、生ガキのSRSV汚染が大きく関与していることが推察された。

養殖ガキ中腸腺と、カキが原因で発生した食中毒患者糞便からのSRSV遺伝子の検出は、NV遺伝子のポリメラーゼ領域で構築されたプライマー35/36, NV81/NV82, SM82を用いて行ない、1st PCR(470 bp)およびNested PCR(330 bp)によりDNAバンドが確認された。

更に、SRプライマーによるDNAバンド(123 bp)のGenogroup型別を実施したところ、前記検出のSRSV遺伝子はGenogroup II型に分類された。他方、「病原微生物検出情報」<sup>8)</sup>によると、ウイルス起因を疑う胃腸炎の最近の全国集団発生状況では、表4の如く、Snow Mountain Virusを代表とするGenogroup II型が主流を占めていることが明らかにされている。よって、県内で最近

表4 SRSV の Genogroup 型別と代表的ウイルス株

SRSV遺伝子型 (Genogroup)	代表株 (GenBank登録株)
Genogroup I	Norwalk Virus, KY-89 virus Southampton virus, Desert Shield virus <u>19E/94/J</u>
Genogroup II	Snow Mauntain Virus, Hawaii virus 925/92/UK,MX, ,Yuri,M-1,MV24, OTH/89/J <u>15D/89/J, Sw43/97/J, Sw48/97/J</u> <u>Sw584/97/J, Sw/918/97/J, Sw/1135/J</u>
Genogroup III	FCV, SMSV, HuCV, RHDV

(注) 下線は、静岡県で検出しGenBank登録したSRSV株

検出された SRSV 遺伝子型も同じ G II 型であったことが判明し、結果が一致した。

最後に、SRSV は、患者<sup>6)</sup>や動物 (ブタ)<sup>7)</sup>などの排泄物が集中下水道を経て、河川に放流され、汽水域、湾岸、海洋汚染を引き起こし、養殖ガキにその一部が蓄積 (濃縮) される経路が考えられるため、SRSV による水系環境汚染の実態を含めて、その感染源と感染経路を把握した SRSV 食中毒の防止対策を行政上・調査研究上展開していくことが重要であると考えられた。

## 文 献

- 1) 杉枝正明, 他. 市販生食用カキ中腸腺における SRSV 遺伝子の検出, 静岡県環衛研報告, **39**: 1-6 (1996)
- 2) Jiang,X.et al: Detection of Norwalk virus in stool by polymerase chain reaction. J.Clin. Microbiol. **30**, 2529-2534 (1992)
- 3) 林 志直: 検査と技術, **23**: 33-40 (1995)
- 4) Wang,J.et al: Sequence diversity of smallround-structured viruses in the Norwalk virus group. J.Virol.68: 5982-5990 (1994)
- 5) Ando,T.et al: Detection and differentiation of antigenically distinct small round-structured viruses (Norwalk-like viruses) by reverse transcription-PCR and southern hybridization. J.Clin, Microbiol. **33**, 64-71 (1995)
- 6) Sugieda M.et al: Outbreak of Norwalk-like Virus associated gastroenteritis traced to shellfish, Coexistence of two genotypes in one specimen. Epidemiol.Infect, **116**, 339-346 (1996)
- 7) Sugieda M.et al: Detection of Norwalk-like virus genes in the caecam contents of pigs, Archiv. Virol, **143**, 1215-122 (1998)
- 8) 病原微生物検出情報 (国立感染症研究所, 厚生省発行), 月報: Vol.19. No.1~12

## 1998年に静岡県でアサリの漬け水と食中毒患者から分離された耐熱性溶血毒産生腸炎ビブリオ(O3:K6およびO4:K68)のパルスフィールド電気泳動による解析

微生物部 環境微生物スタッフ 窪田 勉, 増田 教子

Analysis of Thermostable Direct Hemolysin-Producing *Vibrio parahaemolyticus* (Types O3:K6 and O4:K68) Isolated by Pulsed-Field Gel Electrophoresis from Patients with Food Poisoning and from Sea Water Used to Store Clams in Shizuoka Prefecture in 1998

Tsutomu KUBOTA and Kyoko MASUDA

腸炎ビブリオ食中毒の感染源の究明は当該食中毒の発生防止対策の上で重要な問題となっている。そこで、この点を解明するために、1998年に静岡県でアサリの漬け水(漬け水)から分離された耐熱性溶血毒産生腸炎ビブリオ(陽性株)の血清型菌が同じ年に発生した食中毒患者から分離した血清型菌との一致率を調査した。さらに漬け水および食中毒患者から主として分離されたO3:K6型菌とO4:K68型菌を対象に、制限酵素(*Sfi* I)による菌DNAの切断パターンをパルスフィールド電気泳動(PFGE)で比較した。その結果、食中毒件数15例中15例(100%)、食中毒患者からの分離株でも93株中87株(93.5%)が漬け水由来株と同一血清型であり、さらに漬け水と食中毒患者から分離されたO3:K6型18株とO4:K68型16株を使用してのPFGEによる比較でも34株中32株が類似の泳動像を示した。以上から、腸炎ビブリオ食中毒の感染源は沿岸海域の海水から由来する可能性が強く示唆された。

Key words: 腸炎ビブリオ, 流行予測, 食中毒防止, 耐熱性溶血毒遺伝子, パルスフィールド電気泳動

*Vibrio parahaemolyticus*, Prediction, Control of food poisoning, Thermostable direct hemolysin gene, Pulsed-field gel electrophoresis

### はじめに

腸炎ビブリオ食中毒(食中毒)は毎年、夏期を中心に発生し、冬期の発生は海外旅行者を除けばほとんど見られない。陽性株の感染源、感染経路については陸上に近い海域で越冬し夏期の魚介類汚染<sup>1)</sup>、患者または健康保菌者から由来する陽性株の食品汚染<sup>2)3)</sup>、さらに環境および患者の両方による食品汚染<sup>4)</sup>等が考えられている。

著者等はこの問題に対し、静岡県で漬け水から分離した陽性株の血清型が同じ年に発生した食中毒事例の45%、食中毒患者からの分離株でも38%で一致し、さらに漬け水由来株の血清型が食中毒患者から分離される血

清型菌よりも先行して分離されたこと等から、陽性株は環境由来である可能性を示唆した<sup>5)</sup>。1998年は前回の調査項目を実施すると共に、漬け水および食中毒患者からO3:K6型とO4:K68型の陽性株が主として検出されたので、これら由来別の菌株間での異同をPFGEで行い、陽性株の感染源についてさらに調査したので報告する。

### 材料と方法

#### 1 *tdh* 遺伝子および陽性株の検出

1998年5月～8月の期間、毎週、漬け水15件、合計225件を耐熱性溶血毒遺伝子(*tdh* 遺伝子)の検出に供試した。検体採取、最確数(MPN)および血清型別等は前報<sup>5)</sup>に準じて実施したが、PCR法(Polymerase chain reaction)は下記に示した部分を変更して行った。

1) DNAの抽出はMPNで使用した漬け水の10倍増菌液の3本からそれぞれ20 $\mu$ lずつ、合計60 $\mu$ lを140 $\mu$ lのTE(pH 8.0, 和光製)に浮遊させ、沸騰水中で10

分間加熱処理後, 12,000 rpm 10 分間, 冷却遠心した。  
 2) 熱変性は 94°C 36 秒, サイクル数は 33 回。  
 3) 陽性株の検出は我妻培地の代わりに PCR 法で実施した。すなわち, 漬け水から *tdh* 遺伝子が検出されると, 同じ検体で菌量測定の際に画線塗抹培養した TCBS 培地上の青色のコロニーを 7 株~20 株ずつプールし, プール検体から *tdh* 遺伝子が検出されると, TCBS 培地上のコロニーを 1 株ずつにして PCR を実施した。

2 PFGE に使用した菌株

1998 年 6 月~8 月の期間, 漬け水からの分離株, 保健所および感染症サーベイランス検査定点 (散発例) で食中毒患者から分離され当所に搬入された陽性株のうち, O3:K6 型 18 株 (漬け水 2 株, 散発事例 2 株, 8 集団事例から 14 株) と O4:K68 型 16 株 (漬け水 1 株, 散発事例 4 株, 3 集団事例から 8 株, 2 有症苦情例 3 株) の合計 34 株を供試した。菌株は集団事例および有症苦情例では表 2 の事例 1~12 からそれぞれ 1~2 株ずつ, 散発事例では島田市, 静岡市から選定し一地区に片よらないように注意した。

表 1 アサリの漬け水から分離された耐熱性溶血毒産生腸炎ビブリオの血清型 (1998 年)

検体番号	採取月日	供試 プール数	供試 株数	<i>tdh</i> 遺伝子		検出株の 血清型
				陽性	陰性	
8	6月8日	8	79	2	77	O3:K37 (2株)
12	6月16日	3	24	1	23	O4:K68 (1株)
2	7月7日	8	77	1	76	O4:K 8 (1株)
7	8月10日	11	150	4	146	O3:K 6 (4株)
9	8月10日	7	109	2	107	O4:K 9 (2株)

表 2 集団食中毒患者から分離された耐熱性溶血毒産生腸炎ビブリオの血清型 (1998 年)

事例	発生日	発生地	血清型	事例	発生日	発生地	血清型
1	8月2日	相良町	* O3:K 6 (5株) * O4:K 9 (1株)	9	8月27日	観山寺町	* O4:K68 (8株)
2	8月8日	静岡市	* O3:K 6 (12株)	10	8月29日	三ケ日町	* O4:K68 (3株)
3	8月9日	熱海市	* O3:K 6 (1株) O1:K56 (1株)	11	8月29日	浜北市	* O6:K 6 (2株)
4	8月9日	富士宮市	* O3:K 6 (16株)	12	8月30日	御前崎町	* O6:K 6 (6株) O3:K 7 (1株) O3:K29 (1株)
5	8月21日	戸田村	* O4:K68 (1株)	13	9月9日	川津町	O4:K55 (1株) O1:K56 (2株)
6	8月22日	熱海市	* O6:K 6 (3株)				* O4:K68 (1株)
7	8月23日	沼津市	* O6:K 6 (7株) * O4:K 8 (1株) * O4:K68 (2株)	14	9月28日	焼津市	* O3:K 6 (3株)
8	8月26日	大東町	* O4:K68 (3株)	15	9月29日	富士宮市	* O4:K 8 (12株)

( ) は分離株数、事例 5 と 8 は有症苦情、\* は漬け水由来と同一血清型

3 PFGE

PFGE は Wong et al<sup>6)</sup>の方法に準じ, 制限酵素 (*Sfi* I) を使用して菌 DNA を切断後, 1% アガロースゲル, 0.5×TBE バッファー, 電圧 6 V/cm, パルスタイム 5-50 秒, 温度 7°C の条件で 24 時間泳動した。

結 果

1 漬け水および食中毒患者から検出された陽性株の血清型

漬け水 225 件中 23 件から *tdh* 遺伝子を検出した。 *tdh* 遺伝子を検出した漬け水 23 件の TCBS 培地上の青色のコロニー 1,409 株を 117 件にプールし, プール検体を対象として PCR を実施したところ 5 プールから 10 株の陽性株が検出された。陽性株は漬け水の希釈倍率 10<sup>-1</sup> で 4 件 (9 株), 10<sup>-2</sup> では 1 件 (1 株) から検出され, その血清型は O3:K37 型 (2 株), O4:K68 型 (1 株), O4:K8 型 (1 株), O3:K6 型 (4 株) および O4:K9 型 (2 株) であった。これらの血清型は県下で発生した集団食中毒事例で当所において血清型を確認できた 15 例中 15 例 (100%), 分離株でも 93 株中 87 株 (93.5%) が漬け水由来株と同一血清型であった (表 1, 表 2)。

2 *tdh* 遺伝子のアガロース泳動像

図 1 は 6 月 8 日に採取したアサリの漬け水 15 件の増菌液 (希釈倍率 10<sup>-1</sup>) から *tdh* 遺伝子を検出した時のア

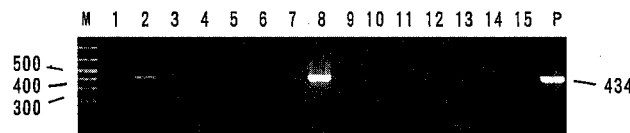


図 1 6 月 8 日に採取したアサリの漬け水 15 検体の MPN 増菌液からの PCR 法による *tdh* 遺伝子の検出



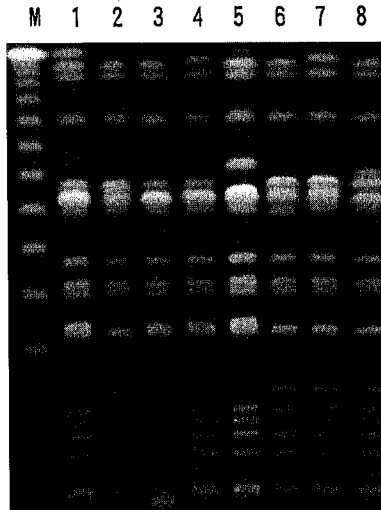


図2 漬け水および食中毒患者から分離された O3:K6 型菌と O4:K68 型菌の PFGE 型 (1998 年)

ガロース電気泳動像を示した。レーン 16 は陽性コントロールであるが、レーン 2 (陽性株不検出) と 8 (O3:K37 型菌を検出) に腸炎ビブリオの特異的バンドが見られた。なお、特異的バンドの濃淡 (DNA 量) と陽性株の検出との関係を *tdh* 遺伝子を検出した 23 例で見ると、レーン 8 の泳動像で陽性株が 5 件中 3 件、レーン 2 の泳動像で 8 件中 2 件、レーン 2 以下の 10 件の泳動像からは全く陽性株を検出することは出来なかった。

### 3 O3:K6 型菌および O4:K68 型菌の PFGE 型分布

O3:K6 型菌は漬け水由来の 2 株と患者由来の 16 株を、さらに O4:K68 型菌は漬け水由来の 1 株と患者由来の 15 株計 34 株を使用して PFGE を実施した。漬け水由来の O3:K6 型菌と O4:K68 型菌との泳動像の比較、さらに漬け水由来株と患者由来株との泳動像の比較でも同一集団 (表 2 の事例 1) で供試した O3:K6 型の 2 株を除いたすべての血清型が類似した泳動像を示した。図 2 は代表的な菌株の泳動像を示した。レーン M はマーカー、レーン 1 は漬け水由来 O3:K6 型菌、レーン 2 は漬け水由来 O4:K68 型菌、レーン 3～4 は患者由来 O3:K6 型菌、レーン 5 はやや異なる泳動像を示した患者由来 O3:K6 型菌、レーン 6～8 は患者由来 O4:K68 型菌である。

## 考 察

腸炎ビブリオは海洋細菌で、毎年夏期になると多発する細菌性食中毒の代表的な原因菌である。本菌の特徴は患者から陽性株が容易に検出されるのに対し、海水、魚介類などの自然界由来株からの検出は極めてまれなことにある<sup>9)</sup>。そこで著者等は 1990 年から漬け水を対象として陽性株の故郷を究明するための疫学調査を実施してきたが、前回、陽性株は沿岸海域の海水から由来する可能

性が強いことを報告した<sup>5)</sup>。今回の成績でも漬け水から検出した 5 種類の菌の血清型が同じ年に発生した食中毒事例の 100%、食中毒患者では 93.5% で一致し、さらに、漬け水および食中毒患者からの分離株を PFGE で比較しても類似した泳動像を示した。したがって、前回および今回の調査結果から陽性株は沿岸海域の海水に常在し、夏期になると海水温の上昇と共に増殖した陽性株が魚介類等に付着してヒト社会に侵入して食中毒を発生させるものと考えられた。

なお、O3:K6 型菌は O4:K68 型菌と類似した泳動像を示したが、Wong et al<sup>6)</sup>は 1993 年～1994 年に台湾で食中毒患者から分離した 130 株、13 種類の血清型菌を対象として PFGE 分析を実施したところ、14 の PFGE 型に大別されたと述べ、さらに 1 つの血清型菌が 2～4 種類の PFGE 型に区別された結果、1 つの PFGE 型でも最大 5 種類の血清型菌が属していたと報告している。したがって、今回、調査した O3:K6 型菌と O4:K68 型菌は同じ PFGE 型に属している菌株のために類似した泳動像を示したものと推定した。

## 結 論

- 1 PCR 法によって漬け水 225 件中 23 件から *tdh* 遺伝子を検出し、23 件中 5 件から 10 株の陽性株を検出した。その血清型は O3:K6 型 (4 株)、O3:K37 型 (2 株)、O4:K8 型 (1 株)、O4:K9 型 (2 株) および O4:K68 型 (1 株) であった。
- 2 漬け水から分離した 5 種類の血清型は同じ年に発生した集団食中毒事例において当所で血清型を確認できた 15 例中 15 例 (100%)、分離株でも 93 株中 87 株 (93.5%) が漬け水由来と同一血清型であった。
- 3 漬け水および患者から分離された O3:K6 型と O4:K68 型を使用して菌株間の DNA の異同を PFGE によって比較すると、供試した 34 株中 32 株は由来別でも、さらに血清型別でも泳動パターンは類似していた。
- 4 腸炎ビブリオ食中毒の起因となる陽性株は環境から由来するものと推定した。さらに O3:K6 型および O4:K68 型が類似した泳動パターンを示したことについては同じ PFGE 型に属しているものと考察した。

## 謝 辞

PFGE を実施していただいた浜松市保健環境研究所古田敏彦技師に深謝致します。

## 文 献

- 1) 我妻正三郎, 丹治和子, 湯田和郎, 他: 生カキによる腸炎ビブリオ食中毒の発生とその汚染源の追及,

- メディアサークル, **16**, 168-171 (1971)
- 2) 児玉威: 腸炎ビブリオと神奈川現象, 臨床栄養, **13**, 10-14 (1964)
  - 3) 加藤貞治, 小原寧, 山井四郎, 保母京子: 腸炎ビブリオの病原性, メディアサークル, **13**, 155-158 (1968)
  - 4) 西尾隆昌, 貴田正義, 下内啓万: 健康成人の腸炎ビブリオ保菌率および保菌期間, 日伝会誌, **43**, 51-58 (1969)
  - 5) 窪田勉: 腸炎ビブリオの生態学的研究, 一静岡県における腸炎ビブリオ食中毒の発生予測について, 日本公衛誌, **43(9)**, 844-853 (1996)
  - 6) Wong, H-C. Lu, K-T. Pan, T-M. et al.: Subspecies typing of *Vibrio parahaemolyticus* by pulsed-field gel electrophoresis, J.Clini. Microbiology, **34(6)**: 1535-1539 (1996)

## 魚介類等の生食品におけるウイルス汚染と急性胃腸炎に関する調査

微生物部 ウイルススタッフ 杉枝正明, 佐原啓二, 長岡宏美  
三輪好伸, 宮本秀樹, 中村信也

Study on the Relationship between SRSV Contamination of Fish and Shells (Raw Oyster) and Acute Gastro-enteritis

Masaaki SUGIEDA, Keiji SAHARA, Hiromi NAGAOKA, Yoshinobu MIWA, Hideki MIYAMOTO  
and Nobuya NAKAMURA

1995年1月～1996年12月の2年間に、静岡県内で市販されていた「生食用カキ」の中腸腺からSRSV遺伝子の検出を試みたところ、市販生食用カキの27%にSRSV汚染が確認された。

このことから、養殖ガキのSRSV汚染状況を1997年1月～1998年12月の2年間、M養殖海域（東北）のカキを定期的に調査し、県内で発生するSRSV食中毒との関係について検討した。

- ① 1997年1月～1998年12月の2年間、養殖海域のカキを毎月定期的に採取し、RT-PCR法によるSRSV遺伝子の検出を試み、1997, 1998年とも1月～3月, 11～12月の冬季に検出された。
- ② この養殖ガキからのSRSV遺伝子の検索は、35/36 [1st], NV81/82, SM82 [Nested] の各プライマーを用い、検出されたSRSV遺伝子をSRプライマー [Genogroup I: SR33, SR48, SR50, SR52/Genogroup II: SR33, SR46] でGenogro-up型別を実施したところ、Genogroup IIに分類された。
- ③ 前記1997年～1998年の2年間、SRSVによる食中毒事例が11事例冬季に発生し、その原因食品または推定食品としてカキが関与している事例が6事例(55%)を占め、患者糞便中からも検出されたSRSV遺伝子は、同様にGenogroup IIに属していた。
- ④ 生ガキのSRSV汚染は晩秋から初春にかけて確認され、生食用カキとして市場に流通し、飲食店などで冬季に提供される生ガキの一部が食中毒発生に関与しているため、SRSV食中毒防止対策として養殖ガキの生産段階でのSRSV汚染状況の把握が重要であると考えられた。

Key words: 小型球形ウイルス (SRSV), 生ガキ, 急性胃腸炎, 逆転写遺伝子増幅法 (RT-PCR法)  
Small Round Structured Virus, Raw Oyster, Acute Gastro-enteritis, RT-PCR method

### はじめに

非細菌性急性胃腸炎の病因ウイルスとして注目されていたSRSVが、平成9年5月30日付けの官報により、食中毒の病因物質として追加指定されたことに伴い、ウイルス感染の疑われる食中毒、有症苦情および集団発生事

例について行政的検索が必要となった。

静岡県内ではこれまで非細菌性急性胃腸炎の集団発生事例の半数以上が、原因食品または推定食品として生ガキの摂食と関連していた。このことから、この食品汚染とウイルス感染症の実態を把握するため、カキの中腸腺を用いたRT-PCR法を開発し、市販生食用カキの27%にSRSV遺伝子の存在を確認し、その感染源・感染経路について詳細に把握する重要性を報告してきた。

今回、生食用として市販しているM養殖海域のカキを毎月定期的に採取し、SRSVの季節的変動、静岡県内で

生ガキにより発生した食中毒事例との関係について RT-PCR 法による SRSV 遺伝子の検出を試みたので、その調査結果を報告する。

### 材料および方法

#### 1 検査材料

1997年1月～1998年12月の2年間に、生食用としての出荷産地であるM養殖海域（東北）で生産され殻付きカキ98検体（カキ5個を1検体とする）を毎月定期的に採取し供試材料とした。

#### 2 検査方法

殻付きカキ5個を1検体群として、その中腸腺（プールしたもの）のみを検査対象とした。

検査材料のカキ中腸腺と食中毒患者糞便は、既報<sup>1)</sup>による前処理後、その試料を Jiang ら<sup>2)</sup>の報告した Cetyltrimethylammonium-bromide (CTAB 法) を用いて RNA を抽出し、RT-PCR に適用した。

#### 3 RT-PCR 法

RT-PCR 法による SRSV 遺伝子の検出は、林<sup>3)</sup>らの方法で反応液を調整した。即ち、200 μM dNTPs (ジ・ヌクレオチド・ホスフェイト, 東洋紡), 0.15 μM 下流プライマー (Wang ら<sup>4)</sup>プライマー-35: 5'-CTTGTTGTTTT-GAGGCCATAT-3': 4944-4924) 6単位の AMV (トリ骨髄芽球症ウイルス) の逆転写酵素 (RT, 東洋紡) および 40 単位の RNA 分解酵素阻害剤 (RNase Inhibitor, 東洋紡) を含む逆転写酵素 (RT) 用緩衝液 25 μl に RNA 試料 5 μl を加え、42°C 恒温水槽で 60 分間、逆転写 (RT) 反応を行い、cDNA を合成した。

反応液 2 単位の Taq ポリメラーゼ (タカラ), 0.21 μl センスプライマー-36 (5'-ATAAAAGTTGGCAT-GAACA-3': 4475-4493)<sup>4)</sup> を含む PCR 用緩衝液 70 μl を加え、遺伝子増幅装置 (アステック PC-800) を用い、最初の Denaturation (94°C, 3分) を行った後、Denaturation (94°C, 1分) → Annealing (55°C, 1分) → Extension (72°C, 1分) を 1 サイクルとして 40 サイクル増幅を行った後、最後に Extension (72°C, 1分) を 1 サイクル行った。

1 段目の 1st PCR 産物 (470 bp) を得た後、2 段目の Nested PCR では 1st PCR 産物 1 μl に、林<sup>3)</sup>の構築した 35/36 プライマーペアの内側の塩基配列を認識するプライマーペア (NV81/NV82, SM82), (NV81: 5'-ACAATCTCATCATCACCATA-3': 4872-4853/NV82: 5'-TCATTTTGATGCAGATTA-3': 4543-4560/SM82 5'-CCACTATGATGCAGATTA-3': 4543-4560) を加えて行った。

1st および Nested PCR の産物 (470 bp, 330 bp) は、2% アガロースゲル上で電気泳動 (100 V, 30分) を行った後、エチジウムブロマイド染色をして、紫外線下で目的のバンドの有無を確認した。

Genogroup 型別は、プライマー-35/36 (1st PCR: 470 bp), NV81/NV82, SM82 (Nested PCR; 330 bp) により確認された PCR 産物 1 μl を、Ando ら<sup>5)</sup>の SR プライマー-Genogroup I (SR33: 5'-TGTCACGATCTCATCATCACC-3'/SR48: 5'-GTGAACAGCATAAATCACTGG-3'/SR50: 5'-GTGAACAGTATAAACCACTGG-3'/SR52: 5'-GTGAACAGTATAAACCATTTGG-3') と Genogroup II (SR33: 5'-TGTCACGATCTCATCACC-3'/SR46: 5'-TGGAATTCCATCGCCCACTGG-3') を用いて、林<sup>3)</sup>の方法で反応液を調整し、Genogroup I, Genogroup II プライマーセットによる 123 bp の増幅バンドの有無を 3% NuSieve 3: 1 で確認した。

### 結 果

#### 1 養殖海域における生ガキからの SRSV 遺伝子の検出状況

1997年1月～1998年12月の2年間に、生食用カキの出荷産地 (M) で養殖されていた生ガキの中腸腺材料から SRSV 遺伝子を検索したところ、98 検体のうち 20 検体 (20.4%) から SRSV 遺伝子が検出された。

また、季節別の年間検出状況では 11 月～翌年 3 月 (初秋～初春) の間に検出された (表 1)。

#### 2 RT-PCR 法

RT-PCR 法により、養殖ガキの中腸腺材料から検出さ

表 1 RT-PCR 法による養殖ガキ中腸腺からの SRSV 遺伝子の検出状況

年次	検体数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月	計
1997	供試数*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	4	50
	陽性数	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	1	10
1998	供試数	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
	陽性数	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	10

\*印: 海域 (東北) からのカキ中腸腺 5 個を 1 検体群 (プール) として供試した。

## 清水港湾地区に生息するげっ歯類における ハンタウイルスの血清疫学調査

微生物部 ウイルススタッフ 佐原啓二, 杉枝正明, 長岡宏美  
三輪好伸, 宮本秀樹, 中村信也  
名古屋検疫所清水検疫所支所 大神田 実, 森田秀實  
国立感染症研究所 杉山和良

Sero-epidemiological Studies of Hantavirus Infection  
among Wild Rodents in Port Area of Shimizu

Keiji SAHARA, Masaaki SUGIEDA, Hiromi NAGAOKA, Yoshinobu MIWA, Hideki MIYAMOTO,  
Nobuya NAKANURA, Minoru OKANDA, Hidemi MORITA and Kazuyoshi SUGIYAMA

清水港湾地区に生息するげっ歯類における腎症候性出血熱 (HFRS) ウイルスの浸淫状況を調査するため、1997年6月～1998年11月に捕獲されたドブネズミ (*Rattus norvegicus*) 18頭およびハツカネズミ (*Mus musculus*) 4頭について、間接蛍光抗体法により HFRS ウイルス Seoul 型に対する抗体保有状況を調べた。その結果、供試した 22 頭はいずれも抗体を保有していなかった。1981～82 年および 1992～93 年の当該地区調査では、それぞれ 22.9%、5.7% に認められていたが、本調査により当該地区のネズミにおける HFRS ウイルス Seoul 型の浸淫は、拡大していないと推察された。

Key words : ハンタウイルス, 野性げっ歯類, 清水港, 血清疫学調査  
Hantavirus, Wild rodents, Port area of Shimizu, Sero-epidemiology

### はじめに

ハンタウイルス感染症は、ハンタウイルスに感染したげっ歯類の糞尿を介してヒトに感染する人獣共通感染症で、臨床的にはアジアから欧州に多い腎症候性出血熱 (HFRS) と北米に多いハンタウイルス肺症候群 (HPS) に大別される。ハンタウイルスは、ドブネズミ由来の Seoul 型、セスジネズミ由来の Hantaan 型、ヤチネズミ由来の Puumala 型、シカネズミ由来の Muerto Canyon 型など 8 血清型に分けられ、この型の違いによりそれぞれ特有の疫学像や臨床像を示す。

国内のヒトにおいては、Seoul 型による HFRS の発生があり、1960 年～70 年頃に大阪の一地区において 119 人

が感染し<sup>1)</sup>、1975 年～85 年には実験用ラットに関連して全国の研究機関等で 124 人が感染している<sup>2)</sup>。その後、患者報告はないが、国内のげっ歯類における血清疫学調査では、港湾地区のドブネズミが Seoul 型<sup>3,4)</sup>、北海道のエゾヤチネズミが Puumala 型<sup>5)</sup>の抗体を保有していることが明らかにされ、ヒトへの感染源としてその動向が注目されている。本調査では、清水港湾地区に生息するげっ歯類における Seoul 型の浸淫状況を調査した。

### 材料および方法

#### 1 供試検体

1997 年 6 月～1998 年 11 月の 1 年 6 カ月間に、清水港湾地区において捕そ器を設置して捕獲されたドブネズミ (*Rattus norvegicus*) 18 頭およびハツカネズミ (*Mus musculus*) 4 頭、計 22 頭を検査対象とした (表 1, 表 2)。捕獲場所は村松地区 (チップ, 穀物倉庫等の埠頭) 11 頭、興津・袖師地区 (コンテナ, 自動車等の埠頭) 9 頭および江尻地区 (魚市場) 2 頭であり、三保地区 (造船所)

では捕獲されなかった。

被検血清は、ネズミをクロロホルム麻酔した後、心臓穿刺により採血し、3,000 rpm 15 分間遠心して得られた血清で、検査に供するまで -20°C に凍結保存した。

## 2 血清抗体価の測定

被検血清の抗体価の測定は、間接蛍光抗体法 (IFA) により実施した。抗原として用いた HFRS ウイルスは、国内分離株の SR-11 株および韓国分離株の 76-118 株で、各株を感染させた Vero E-6 細胞塗沫標本に、被検血清を反応させ、FITC 標識二次抗体として抗ラット IgG 抗体を用いて行った。被検血清は 2 倍階段希釈し、IFA 染色陽性を示す終末希釈の逆数を抗体価とし、1:32 以上を抗体陽性と判定した。

表1 供試ネズミの種別頭数

種 類	ドブネズミ		ハツカネズミ	
	♂	♀	♂	♀
頭 数	9	9	1	3
平均体重 (g)	189	114	31	30

## 結 果

供試した 22 検体における HFRS ウイルスの SR-11 株および 76-118 株に対する抗体価は、いずれも 1:32 未満であり、HFRS ウイルス抗体を保有している検体はなかった (表3)。

## 考 察

これまで実施された清水港湾地区に生息するげっ歯類のハンタウイルス血清疫学調査において、1981 年~82 年<sup>6)</sup>ではドブネズミの Seoul 型 HFRS ウイルスに対する抗体が 153 頭中 35 頭 (22.9%)、1992 年~93 年<sup>7)</sup>では

35 頭中 2 頭 (5.7%) に認められ、当該地区のドブネズミにおける抗体保有率の漸次減少傾向が認められている。

その後のウイルス動向を調べたところ、1997 年~98 年の本調査では、ドブネズミ 18 頭およびハツカネズミ 4 頭はいずれも Seoul 型 HFRS ウイルスに対する抗体は保有していなかったことから、当該地区のネズミにおける Seoul 型 HFRS ウイルスの浸淫は、拡大していないと推察される。この要因としては、清水港湾地区の護岸工事により周辺が整備され、ネズミの営巣となり得る場所が少なくなり、生息数が激減した結果、ネズミ間でのウイルス伝播が起こり難くなっていることに起因しているものと考えられる。

最近、ドブネズミの HFRS ウイルス感染は、港湾地区に限定していないことが明らかにされている。港に隣接した市街地で捕獲されたドブネズミから Seoul 型 HFRS ウイルスが分離され、また港に注ぐ河川の上流域のドブネズミが Seoul 型 HFRS ウイルスに対する IFA 抗体を保有していた<sup>4)</sup>。このことから、1981 年~93 年当時、清水港湾地区のドブネズミで検出されたウイルスが、その後市街地のネズミに伝播されていることも考えられるので、今後は、港湾地区に隣接する市街地における調査の必要性があると思われる。

## 文 献

- 1) Lee, H., et al.: Etiological relation between Korean hemorrhagic fever and epidemic hemorrhagic fever in Japan, Biken J., 22, 41-45 (1979)
- 2) Umenai, T., et al.: Korean hemorrhagic fever in staff in animal laboratory, Lancet, i, 1314-1316 (1979)
- 3) Morita, C., et al.: Detection of antibody against hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS)

表2 供試ネズミの捕獲時期

捕獲年月	1997年				1998年					計
	6月	7月	8月	10月	2月	5月	8月	9月	11月	
ドブネズミ	4	3	1	1	1	1	1	2	4	18
ハツカネズミ	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
計	4	3	1	1	1	1	1	6	4	22

表3 清水港湾地区で捕獲されたネズミの HFRS ウイルスに対する IFA 抗体保有状況

	捕 獲 地 区					計
	村 松	興津・袖師	江 尻	三 保		
供 試 数	11	9	2	0		22
抗体陽性数	SR-11株	0	0	0	0	0
	76-118株	0	0	0	0	0

- virus in sera of house rats captured in port areas of Japan, *Japan J. Med. Sci. Biol.*, **36**, 55-57 (1983)
- 4) Sugiyama, K., et al. : Isolation and characterization of hantavirus from *Rattus norvegicus* in a residential area of Nagoya city, Japan, *J. Vet. Med. Sci.*, **57**, 51-54 (1995)
- 5) Kariwa, H., et al. : Evidence for the existence of Puumala-related virus among *Clethrionomys refocanus* in Hokkaido, Japan, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **53**, 222-227 (1995)
- 6) 鈴木荘介他：清水港におけるネズミの内外寄生虫，細菌の汚染状況並びに抗 Hantaan virus 抗体の保有状況について，*感染症誌*，**58**，203-213 (1984)。
- 7) Ma, H., et al. : Hantavirus infection among *Rattus norvegicus* in Japan, *Jpn. J. Med. Sci. Biol.*, **48**, 71-78 (1995).

## 静岡県内の知的障害者更生施設における 赤痢アメーバ感染の実態調査

微生物部 食品微生物スタッフ 寺井克哉, 川村朝子, 三輪憲永  
増田高志, 堀 渉\*, 宮本秀樹

Survey of Amebiasis at an Institution for the Mentally  
Retarded in Shizuoka Prefecture

Katsuya TERAJ, Asako KAWAMURA, Norinaga MIWA  
Takashi MASUDA, Wataru HORI\* and Hideki MIYAMOTO

赤痢アメーバ (*Entamoeba histolytica*) 感染のハイリスクグループとして知られている知的障害者を対象とした広域的な疫学調査はあまり行われていない。そこで、我々は県内9カ所の知的障害者更生施設入所者516人の糞便について鏡検法と培養法の併用により *E. histolytica* の保有状況を調査した。

その結果、鏡検法において1施設の4人から *E. histolytica/dispar* 嚢子が検出され、培養法においても鏡検法陽性の4人から栄養型が検出された。栄養型は遺伝子増幅法 (PCR法) により、全て *E. histolytica* と同定され、検出率は全入所者で0.8% (4/516)、陽性施設入所者で4.2% (4/96) であった。陽性者4人は全て無症候性のシストキャリア (嚢子保有者) で、他の入所者と比べて特に清潔観念がない入所者であったことから、入所者の有する特異な癖 (異食、弄便) 等により感染したものと推察された。

Key words: 赤痢アメーバ, 知的障害者, PCR法

*Entamoeba histolytica*, Mentally retarded, PCR method

### はじめに

赤痢アメーバ感染者は近年、全国的に増加傾向にあり、感染源として海外の常在地域での飲食物に起因する場合と男性同性愛者や知的障害者の特定集団での糞便等を介して感染する場合が知られている。静岡県でも年間5~10名の感染者が発生しており、1994年にはある知的障害者更生施設において、*E. histolytica* による有症者1名、シストキャリア4名の集団感染事例が発生している<sup>1)</sup>。

これまで知的障害者更生施設では患者発生が確認された場合、発生施設の疫学調査は行われてきたが、同様施設の疫学調査は県下全域では全く行われておらず、施設入所者の赤痢アメーバ保有状況については明らかにされていない。

また、赤痢アメーバは最近、病原株の *E. histolytica* と非病原株の *E. dispar* の2種類の存在が明らかになったことから、従来の鏡検法では鑑別することができない両種を遺伝子解析等により鑑別することが重要になってきている。

そこで、我々はPCR法等を用いて県内の知的障害者更生施設における赤痢アメーバ感染実態を調査した。

### 材料および方法

#### 1 供試材料

1996年6月~1998年5月までに、県内の知的障害者更生施設9カ所 (A~I, 東部地区3カ所, 中部地区3カ所, 西部地区3カ所) の入所者計516人から採取した糞

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

\*静岡県西部食肉衛生検査所

(〒436-0073, 掛川市金城93)

Shizuoka Prefectural Western Meat Inspection Office

(93 Kaneshiro, Kakegawa, 436-0073, Japan)



便計 516 検体を用いた。

## 2 検査方法

### 1) 鏡検法

糞便 (大豆大) をホルマリン・エーテル法 (MGL 法) により集嚢子後, 鏡検してアメーバ類の嚢子の有無を調べ, 陽性と推定したものについて, さらに, コーン染色変法を施して鏡検し, その核の形態学的特徴 (核が 4 核以下であること, 核小体が核の中央に位置していること等) を観察することにより *E.histolytica* / *dispar* と同定した。

### 2) 培養法

糞便約 0.1g をロビンソン培地<sup>2)</sup>に接種し, 37°C48 時間培養後, アメーバ類の栄養型の発育の有無を調べ, 発育した栄養型については橘ら<sup>3)</sup>のプライマーを用いて PCR 法を行い, *E.histolytica* / *dispar* に特異的な DNA の増幅の有無を調べた。さらに, その PCR 増幅産物については制限酵素 (*Hinf* I) で切断し, その電気泳動パターンにより, *E.histolytica* と *E.dispar* との鑑別を行った<sup>3)</sup>。

## 結 果

9 施設 516 人の糞便を検査したところ, 鏡検法で 1 施設 (G) の 4 人から *E.histolytica* / *dispar* 嚢子が観察され, 培養法でも鏡検法陽性の 4 人から栄養型が検出され

た。栄養型はさらに PCR 法と制限酵素切断パターンにより, 全て *E.histolytica* と同定され (図 1), 検出率は全入所者数で 0.8% (4/516), G 施設全入所者数で 4.2% (4/96) であった (表 1)。

## 考 察

今回の調査により, 1994 年の県内事例<sup>1)</sup>とも合わせ県内の知的障害者更生施設の入所者が *E.histolytica* に感染しており, また, その感染率がハイリスクグループと言われるほど高くはないことが判明した。

赤痢アメーバ検査において *E.histolytica* と *E.dispar* との鑑別まで行っている検査施設は少なく, 知的障害者更生施設における両種の保有状況に関する報告は見当たらない。神奈川県が行った同様の実態調査<sup>4)</sup>では鏡検法で 31 施設 2081 人中, 8 施設 48 人 (2.3%) から *E.histolytica* / *dispar* 嚢子を検出しているが, 両種の鑑別までは行っていない。今回の調査は形態学的観察だけでは鑑別できない両種を PCR 法により同定した事例であり, 疫学的解析の上で大変有意義であったと思われる。

G 施設において介護職員から入所者の聞き取り調査を行ったところ, 陽性者 4 人は 30 歳代の男性が 3 人, 20 歳代の女性が 1 人で, 全員無症候性のシストキャリアであった。在所年数は 2~16 年で, 知能指数 (IQ) 別では測定不能 1 人, 最重度 (IQ: 0~19) 2 人, 重度 (IQ: 20~35) 1 人で, 生活介助別では全部介助 3 人, 一部介助 1 人であった (表 2)。

シストキャリアについて G 施設入所者における知能および生活介助の程度との関連を調べたところ, 知能別では, 中度でシストキャリアは全く見られず, 重度で 1 人 2.8%, 最重度で 2 人 14.3% と高く, 測定不能で 1 人 4.5% であった。生活介助別では自立しているものでシストキャリアは全く見られず, 一部介助で 1 人 2.0%, 全部介助で 3 人 15.0% と高かった (表 3)。

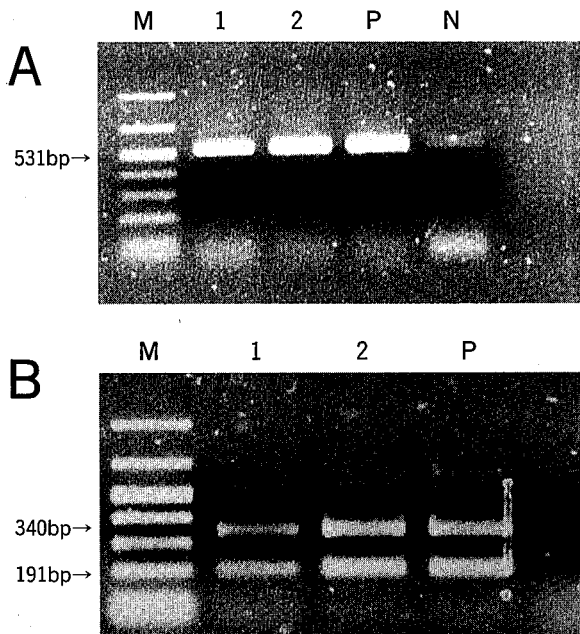


図 1 PCR 電気泳動像

(A) 橘らのプライマーを用いた PCR  
 (B) *Hinf* I による PCR 増幅産物切断パターン  
 レーン M: サイズマーカー (BioMaker 50-1000bp)  
 レーン 1, 2: 入所者陽性検体  
 レーン P: *E.histolytica* 陽性コントロール  
 レーン N: *E.histolytica* 陰性コントロール

表 1 知的障害者更生施設における *E.histolytica* 検出状況

施設	検体数(人)	陽性数(%)
A	31	0
B	48	0
C	40	0
D	120	0
E	30	0
F	65	0
G	96	4(4.2)
H	49	0
I	37	0
計	516	4(0.8)

表2 G施設におけるシストキャリアの状況

入所者	性別	年齢	在所年数	知能程度	生活介助別
1	女	27	2	重 度	一部
2	男	30	6	最 重 度	全部
3	男	30	14	最 重 度	全部
4	男	35	16	測定不能	全部

表3 G施設入所者の知能・生活介助の程度

程 度		シストキャリア/入所者	(%)
知 能	中 度	0/24	(0.0)
	重 度	1/36	(2.8)
	最 重 度	2/14	(14.3)
	測定不能	1/22	(4.5)
	計	4/96	(4.2)
生活介助	自 立	0/25	(0.0)
	一 部	1/51	(2.0)
	全 部	3/20	(15.0)
	計	4/96	(4.2)

これらのことより、知能指数が大変低い入所者あるいは生活介助度の高い入所者がシストキャリアとなっている実態が明らかになった。また、彼等は他の入所者と比べて、特に清潔観念がない入所者であったことから、入所者の有する特異な癖（異食、弄便）<sup>5)</sup>等により赤痢アメーバに感染したものと推察された。

従って、この様な入所者には介護職員等が保健衛生面で特に注意を払うことが感染予防上重要である。

なお、G施設の介護職員等（40人）の検査も実施したが、それらは全て陰性であった。

今回の事例においては、シストキャリア4人にメトロニダゾールの投薬がなされ、治療後1カ月、6カ月の当所の糞便検査では全員から赤痢アメーバの嚢子および栄養型は全く検出されなかった。

## 謝 辞

本調査の実施にあたり、検体採取等にご協力を頂いた知的障害者更生施設、健康福祉部健康増進課および保健所職員の方々に感謝致します。

## 文 献

- 1) 佐原啓二他：静岡県内の知的障害者施設における赤痢アメーバ症，感染症誌，**70**：1-6 (1996)
- 2) Robinson GL：The laboratory diagnosis of human parasitic amoebae. Trans Roy Soc Trop Med Hyg, **62**：285-294 (1968)
- 3) Tachibana H et al.：Differences in genomic DNA sequences between pathogenic and nonpathogenic isolates of *Entamoeba histolytica* identified by polymerase chain reaction. J Clin Microbiol, **29**：2234-2239 (1991)
- 4) 神奈川県衛生部：赤痢アメーバ無症状性病原体保有者実態調査中間報告。神奈川県庁，横浜(1991)
- 5) 永倉貢一：赤痢アメーバの集団発生，感染症，**22**：97-104 (1992)

## 老人保健施設の集団給食を原因とするウェルシュ菌食中毒の細菌学的検討

微生物部 食品微生物スタッフ 三輪憲永, 川村朝子, 寺井克哉  
増田高志, 宮本秀樹  
中東遠健康福祉センター 試験検査課 大谷和弘

Bacteriological Investigation of an Outbreak of *Clostridium perfringens* Food Poisoning  
Caused at Old People's Medical Care Institution

Norinaga MIWA, Asako KAWAMURA, Katsuya TERAI,  
Takashi MASUDA, Hideki MIYAMOTO and Kazuhiro OTANI

平成 10 年 4 月に、静岡県内の老人保健施設の集団給食により発生したウェルシュ菌食中毒について、細菌学的に検討した。供試した患者糞便 12 検体すべてからエンテロトキシン (ET) 産生ウェルシュ菌が検出され、他の食中毒および腸管系感染症起因菌は検出されなかった。保存食の検査では、4 月 16 日の朝食に提供された『青菜と厚揚げの煮浸し』からウェルシュ菌が検出され、nested PCR 法により ET 産生遺伝子が検出された。食品由来株の大半は ET 非産生菌で、ET 産生菌の比率は低かった。食品中の ET 産生ウェルシュ菌数は  $4.3 \times 10^5/g$  で、喫食量を 30~40 g と仮定すると、本事例の発症菌量は  $10^7$  個程度と推察された。患者糞便由来株は全て耐熱性芽胞形成菌であったが、食品由来株は ET 産生株のみが耐熱性芽胞形成菌で、ET 非産生株は易熱性芽胞形成菌であった。易熱性芽胞形成菌はトレハロースおよびイノシトールを分解したが、耐熱性芽胞形成菌は共に非分解であった。

Key words: ウェルシュ菌, 食中毒, 老人保健施設, nested PCR, エンテロトキシン

*Clostridium perfringens*, Food poisoning, Old people's medical care institution, Nested PCR, Enterotoxin

### はじめに

ウェルシュ菌による食中毒は世界各国で発生しており、欧米ではサルモネラおよび黄色ブドウ球菌による食中毒と共に細菌性食中毒の主体を占めている<sup>1,2)</sup>。わが国では例年、ウェルシュ菌による食中毒は細菌性食中毒の発生件数の 5% 以下にすぎない<sup>3)</sup>。しかし、その多くは大規模な調理施設で製造された大量調理食品を原因として発生しており、一事例当りの患者数が多いことが特徴としてあげられる。近年は、調理の効率化、コストの低減

などのため、調理施設の大型化による大規模集中調理の傾向にあり、ウェルシュ菌食中毒の発生しやすい調理様式となっている。

静岡県では、ウェルシュ菌による食中毒は過去 35 年間に 13 件と発生件数が少ないが、そのうち 8 件は最近 5 年間に発生しており、近年増加傾向にある。平成 10 年は 3 件の発生があり、細菌性食中毒としては発生件数および患者数共に腸炎ビブリオに次いで第 2 位であった<sup>4)</sup>。

今回は、平成 10 年 4 月に静岡県内の老人保健施設で調理された集団給食を原因として発生したウェルシュ菌による食中毒について、細菌学的に検討したので報告する。

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東 4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

### 食中毒の概要

静岡県 F 町の老人保健施設の入所者 63 人中 30 人が、平成 10 年 4 月 16 日夕方から下痢症状を呈し、4 月 17 日

に食中毒と診断された (表 1)。

表 1 食中毒の概要

発生場所：老人保健施設
発生日時：平成 10 年 4 月 16 日 17:00～
患者数：30 人
喫食者数：63 人
発症率：47.6%
主症状：下痢 (水様性)，腹痛

### 材料および方法

#### 1 患者糞便

採取された患者糞便 12 検体についてウェルシュ菌の検索を行った。生理食塩水中に約 1/10 量の糞便を入れ、100°C、10 分間加熱後急冷し、一白金耳を卵黄加 CW 寒天培地 (カナマイシン含有，日水製薬) に塗抹して、37°C で 20～24 時間嫌気培養した (図 1)。培地上に発育したレシチナーゼ反応陽性のやや隆起した黄白色の集落を、1 検体当たり 2～4 個釣菌し、α 抗毒素によるレシチナーゼ反応抑制試験を行った。

また、常法に従って、ウェルシュ菌以外の食中毒および腸管系感染症起因菌の検索を併せて実施した。

#### 2 保存食品

4 月 15 日朝食から 4 月 16 日昼食までに提供された食事の保存食について 10 倍乳剤を調製し、非加熱のまま卵黄加 CW 寒天培地 (カナマイシン含有) に塗抹し、37°C で 20～24 時間嫌気培養した。また、チオグリコール酸培地 II (寒天不含有，日水製薬) により 37°C で 20～24 時間好気培養後、nested PCR 法<sup>9)</sup>により培養液からエンテロトキシン (ET) 産生遺伝子の検出を試みた。さらに、nested PCR 陽性の検体について、最確数法と nested PCR を組合せた方法 (MPN-PCR 法)<sup>9)</sup>により、保存食品中の ET 産生ウェルシュ菌数を測定した (図 1，2)。

糞便 (100°C，10 分加熱)

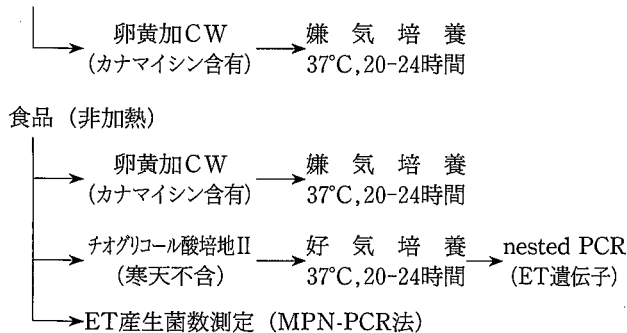


図 1 ウェルシュ菌の分離方法および ET 産生遺伝子検出方法

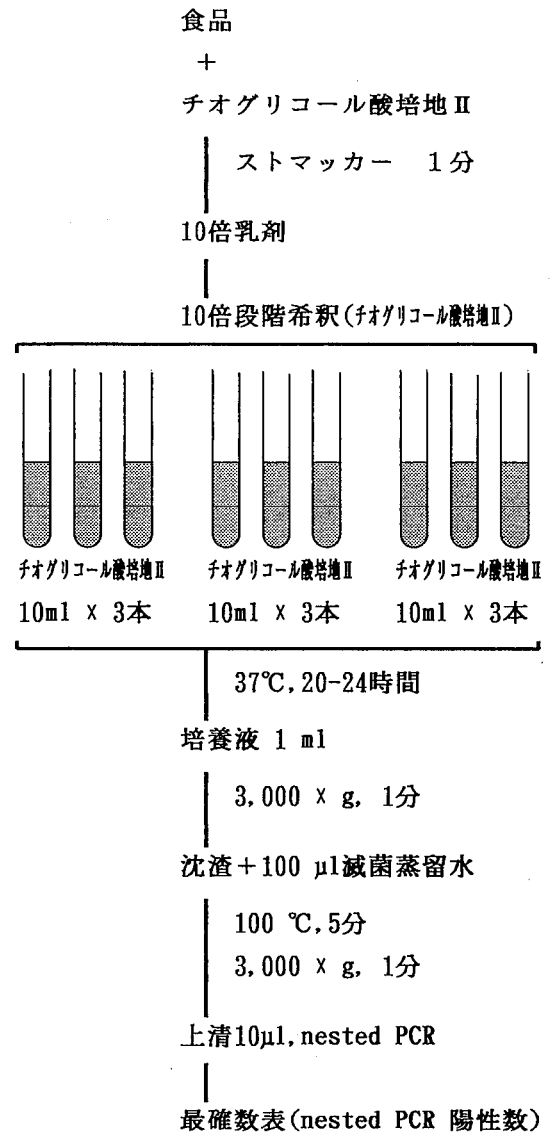


図 2 MPN-PCR 法による ET 産生ウェルシュ菌数測定

3 分離株の同定，Hobbs 血清型別および ET 産生試験  
卵黄加 CW 寒天培地上で典型的な集落を形成し，α 抗毒素によりレシチナーゼ反応が抑制された分離株について，簡易同定キット (API 20A：bioMerieux) を用いて同定した。

Hobbs 血清型別は市販のウサギ免疫血清 (デンカ生研) を用いてスライド凝集反応により実施した。

ET 産生性は PCR 法<sup>1)</sup>と市販の逆受身ラテックス凝集反応キット (PET-RPLA：デンカ生研) により判定した。

#### 4 分離株の芽胞耐熱性試験および炭水化物分解試験

分離株を変法 DS 培地<sup>7)</sup>で 37°C，20-24 時間培養した。培養液 1 ml を新しい変法 DS 培地に入れ，75°C，20 分間加熱した後，37°C，20～24 時間培養した。加熱と変法 DS 培地による培養を 2～3 回繰返した後，最終の変法 DS 培地培養液について Wirtz の芽胞染色<sup>8)</sup>により芽胞形成

を確認し、100°C、10 分間の耐熱性試験を行った。炭水化物分解性は、1%に炭水化物を加えた GAM 糖分解試験用反流動培地（日水製薬）で、被検菌を 37°C、3 日間培養後、0.2%プロムチモールブルーを添加して色調の変化により判定した。

### 結果および考察

#### 1 患者の発生状況および臨床症状

患者は発症時刻不明の 2 名を除いて、4 月 16 日午後 5 時から 4 月 17 日午前 6 時までの間に発生した。4 月 16 日の朝食喫食後 9～23 時間、そのうち 15～21 時間に 17 名(61%)の発症者がみられた。患者の症状は腹痛(100%)および下痢(100%：水様性 90%，泥状 6.7%，軟便 3.3%)であり、ウェルシュ菌食中毒の典型的な症状を呈していた。

#### 2 患者糞便

供試した患者糞便 12 検体中、6 検体から Hobbs 1 型(14 株)、11 検体から Hobbs 6 型(30 株)、1 検体から Hobbs 8 型のウェルシュ菌(1 株)が分離された。Hobbs 1 型および Hobbs 6 型の分離株はすべて ET 産生株であったが、Hobbs 8 型の 1 株は ET 非産生株であった(表 2)。わが国では、健康なヒトにおけるエンテロトキシン産生ウェルシュ菌の保菌率は数%以下と報告されており<sup>9-11)</sup>、また患者糞便から他の食中毒および腸管系感染症起因菌は検出されなかったことから、本事例をウェルシュ菌を原因とする食中毒と決定した。

表 2 患者糞便 12 検体からのウェルシュ菌分離状況

検体No.	ウェルシュ菌分離株数			計
	Hobbs 1	Hobbs 6	Hobbs 8	
B 1	2	2		4
B 2	3			3
B 3	3	1		4
B 4	3	1		4
B 5	2	1	1	4
B 6		4		4
B 7		4		4
B 8		4		4
B 9		4		4
B10		4		4
B11		4		4
B12	1	1		2
計	14(14)	30(30)	1(0)	45(44)

( ) : ET 産生株数

#### 3 保存食品

保存食の検査で、4 月 16 日の朝食に提供された『青菜と厚揚げの煮浸し』からウェルシュ菌が検出され、培養液

から nested PCR 法により ET 産生遺伝子が検出されたため、当該食品を原因食と決定した。調理過程を聞き取り調査したところ、当該食品は前日調理後、喫食まで約 15 時間室温に放置されていた事実が明らかとなった(表 3)。加熱調理過程で芽胞が生残していたか、あるいは加熱調理後の二次汚染によりウェルシュ菌が混入し、喫食まで室温放置されたことにより、ウェルシュ菌が増殖したものと考えられる。

表 3 原因食品の調理過程

4 月 15 日 16:00～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ホウレン草(中国産、冷凍)をゆでる</li> <li>・鯉節(パック入)でだしをとる</li> <li>・ゆでたホウレン草と厚揚げを鍋入れ調理(鍋の大きさ：直径 39 cm、深さ 25 cm)</li> </ul>
	室温放置 15 時間
4 月 16 日 8:00～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・15～20 分加熱して温める</li> </ul>

ウェルシュ菌は発育至適温度が高く、他の細菌が増殖できない高温でも良好な発育を示すため、本菌による食中毒は、加熱調理食品の不適切な温度での保管を原因として発生することが多い<sup>12)</sup>。本事例も調理済み食品の不適切な保管(前日調理および室温放置)を発生要因とする、典型的なウェルシュ菌食中毒の発生事例と考えられる。

また、ウェルシュ菌食中毒の原因食品として、食肉類を含む食品が多いと報告されているが<sup>13-14)</sup>、本事例では原因食品の調理過程で食肉類は一切使用されておらず(表 3)、動物性タンパク質を含まない食品によるウェルシュ菌食中毒であった。

食品中の ET 産生ウェルシュ菌数を MPN-PCR 法により測定したところ、 $4.3 \times 10^5/g$  であり(図 4)、これまで報告された食中毒事例における、原因食品中のウェルシュ菌数( $3.7 \times 10^3 \sim 8.0 \times 10^6/g$ )<sup>14-17)</sup>と同等のレベルであった。患者の喫食量を 30～40 g と仮定すると、本事例の発症菌量は  $10^7$  個程度と推察された。しかし、保存食の菌数を測定するまでに 3 日経過しており、食品の保存中に菌数が減少したことも考えられることから、ウェルシュ菌食中毒の発症菌量については、さらに検討する必要がある。

食品から分離された 112 株について検討したところ、大半(92 株)は Hobbs 血清型別不能(UT)の ET 非産生菌であり、ET 産生菌は Hobbs 1 型が 5 株、Hobbs 6 型が 15 株で、その比率は低かった。このため、本事例では通常の方法により原因食品中の ET 産生ウェルシュ菌

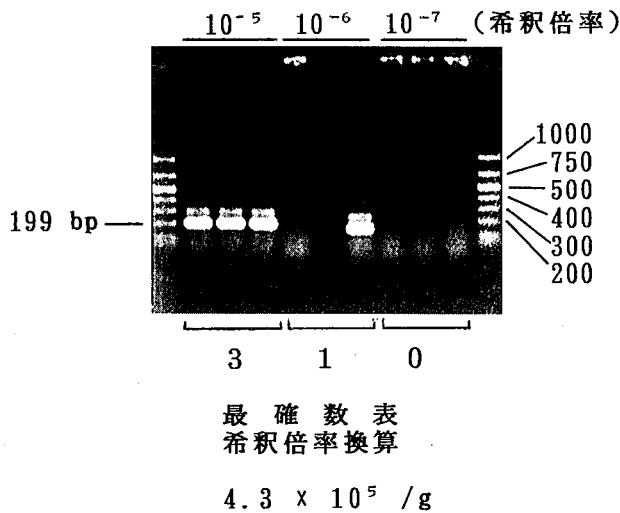


図4 食品中のET産生ウェルシュ菌数

数を測定することは困難であった。しかし、MPN-PCR法は共存する多数のET非産生ウェルシュ菌の影響を受けることなく、ET産生ウェルシュ菌数を測定することが可能であり、大変有効であった。

#### 4 分離株の芽胞の耐熱性および炭水化物分解性

無作為に選択した由来および血清型の異なる代表株(患者由来株: Hobbs 1型 5株, Hobbs 6型 5株, Hobbs 8型 1株および食品由来株: Hobbs 1型 5株, Hobbs 6型 5株, Hobbs UT 10株)について芽胞の耐熱性および炭水化物分解試験を行った。

患者由来株は全て耐熱性芽胞形成菌であったが、食品由来株はHobbs 1型およびHobbs 6型のET産生株のみが耐熱性芽胞形成菌で、Hobbs UTのET非産生株は易熱性芽胞形成菌であった。耐熱性芽胞形成菌を検出するために行った加熱処理(100°C, 10分)の影響により、糞便から易熱性芽胞形成菌が検出されなかったものと考えられる。

また、易熱性芽胞形成菌はトレハロースおよびイノシトールを分解したが、耐熱性芽胞形成菌は共に非分解であり、これまでの報告<sup>18-19)</sup>と同様、芽胞の耐熱性と炭水化物の分解性状との関連が示唆された。(表4)。

### 謝 辞

患者の喫食状況および原因食品の調理過程等に関する資料を提供していただいた中東遠健康福祉センター衛生課の皆様、並びに食中毒起因菌等の検査に御協力いただいた中東遠健康福祉センター試験検査課細菌臨床検査係の皆様にご心より感謝いたします。

表4 分離株の炭水化物分解性状と芽胞の耐熱性

炭水化物	耐熱性芽胞形成株 (21株)	易熱性芽胞形成株 (10株)
トレハロース	—	+
イノシトール	—	+
グルコース	+	+
ラクトース	+	+
サッカロース	+	+
マルトース	+	+
マンノース	+	+
マンニトール	—	—
サリシン	—	—
キシロース	—	—
アラビノース	—	—
セロビオース	—	—
ラフィノース	—	—
ソルビトール	—	—
ラムノース	—	—

### 文 献

- 1) Brachman, P.S. et al.: Food poisoning in the U.S. A. 143-151. In Hobbs, B.C. et al. (ed.), The microbiological safety of food. Academic Press, Inc., New York (1973)
- 2) Hobbs, B.C.: Food poisoning in England and Wales. 129-142. In Hobbs, B.C. et al. (ed.), The microbiological safety of food. Academic Press, Inc., New York (1973)
- 3) 厚生省生活衛生局食品保健課: 平成9年食中毒発生状況. 食品衛生研究, 48, 126-156 (1998)
- 4) 静岡県健康福祉部衛生課: 平成10年静岡県の食中毒
- 5) Miwa, N. et al.: Nested Polymerase Chain Reaction for detection of low levels of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in animal feces and meat. J. Vet. Med. Sci., 58, 197-203 (1996)
- 6) Miwa, N. et al.: Amount of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in meat detected by nested PCR. Int. J. Food Microbiol., 42, 195-200 (1998)
- 7) 大谷仁己他: 変法DS培地におけるウェルシュ菌の芽胞形成とエンテロトキシン産生性. 食衛誌, 28, 281-285 (1987)
- 8) 東京大学医科学研究所学友会: 微生物学実習提要. 75, 丸善株式会社 (1988)
- 9) 刑部陽宅: 環境における *Clostridium perfringens* の分布と分離株の Enterotoxin 産生能. 食衛誌, 19, 236-241 (1978)
- 10) 砂川紘之他: 健康人ふん便からのウェルシュ菌の検出と分離株のエンテロトキシン産生性及びその芽胞

- の発芽性. 食衛誌, **28**, 119-124 (1987)
- 11) 門間千枝他: ヒトふん便から分離された耐熱性芽胞形成ウエルシュ菌の血清型とエンテロトキシン産生性について. 東京衛研年報, **45**, 11-15 (1994)
  - 12) 品川邦汎: ウエルシュ菌, 厚生省生活衛生局食品保健課・乳肉衛生課・食品化学課監修『食中毒予防必携』20-30, (社)日本食品衛生協会 (1998)
  - 13) Shandera, W. X. et al.: Food poisoning due to *Clostridium perfringens* in the United States. J. Infect. Dis., **147**, 167-170 (1983)
  - 14) 善養寺浩他: 東京都に発生した耐熱性ウエルシュ菌食中毒 9 事例の疫学と細菌学的検討. 食衛誌, **11**, 282-291 (1970)
  - 15) 田辺悦夫: 弁当によるウエルシュ菌食中毒. 食衛誌, **31**, 421-422 (1990)
  - 16) 阿部宣人: 鶏そばによるウエルシュ菌食中毒. 食衛誌, **30**, 459-460 (1989)
  - 17) 梅迫誠一他: 奈良県下で初めて発生した *C.perfringens* 食中毒. 奈良県衛研年報, **23**, 56-59 (1988)
  - 18) Yamagishi, T et al.: A nosocomial outbreak of food poisoning caused by enterotoxigenic *Clostridium perfringens*. Microbiol. Immunol., **27**, 291-296 (1983)
  - 19) Tortora, J.C.O. et al.: Biochemical differentiation between enterotoxigenic heat-sensitive and heat-resistant *Clostridium perfringens* strains. Microbiol. Immunol., **30**, 89-95 (1986)

## 配置薬の品質管理に関する問題点について

医薬品生活部 医薬食品スタッフ 堀池あずさ, 小和田和宏, 佐野 智子  
馬 瀨 博, 坂根弓子, 高橋 真  
上村 慎子, 永野隆夫, 佐藤 四郎\*<sup>1</sup>  
内田 恵\*<sup>2</sup>

Problems of Quality Control for Drugs Sold by Distribution

Azusa HORIIKE, Kazuhiro OWADA, Satoko SANŌ,  
Hiroshi MABUCHI, Yumiko SAKANE, Makoto TAKAHASHI,  
Mitsuko KAMIMURA, Takao NAGANO, Shiro SATO\*<sup>1</sup> and Megumi UCHIDA\*<sup>2</sup>

当所における医薬品等の試験検査では、規格に適合しない場合だけでなく、「規格及び試験方法」に関する内容を検討し、改善が望まれる事項について指摘している。その中で、配置薬の試買検査における指摘事項の割合が高くなっているため、過去7年間の配置薬試験検査結果を解析したところ、試買検査方式による制約が及ぼす影響や、試験方法の設定及び承認書記載上の不備、さらに製造管理及び品質管理上の問題点が不適の原因となったことが明らかになった。

Key words : 配置薬, 試買検査, 規格及び試験方法, GMP

Drugs sold by distribution, Purchasing test, Test and standard, Good Manufacturing Practice

### はじめに

静岡県では国の一斉監視指導に基づく医薬品・医療用具の収去検査のほか、県内製造医薬品・医薬部外品等、県内流通医薬品等の収去検査を実施しており、その数は年平均で140検体、約1500項目にのぼっている。その中で、配置薬については、製造所の大部分が中小規模で所在地も限定されている、配置員が直接家庭に赴き使用したあとで代金を回収する等、製造・流通上の特徴を有し

ている。山間部の高齢者のみの家庭等では、薬局等に行き行く手間が省け、いつでも使用できることから、配置薬を利用している地域も多くあると考えられる。

このような配置薬の家庭における安全性の確保を目的として、昭和61年から試買検査を実施してきた。平成9年度をもってこの事業は終了したが、不適の内容や指摘事項には、中小規模の製造所で起こり得る問題点を提起している事例がみられた。

### 医薬品等試験検査の概要

当所における医薬品等試験検査は、製造承認書の「規格及び試験方法」に従って実施している。この記載項目のうち、性状は色・形状のみが判定基準（ただし、生薬は除く）となり、品質確保の上で重要な項目は性状とは別項の示性値としている<sup>1)</sup>。他に、確認試験、純度試験、剤形ごとに必要な試験が決められている製剤試験、定量法等がある。各試験項目について検査した結果、規格に適合しない場合にはすみやかに薬務課へ連絡することになっている。また、不適項目及び承認書上の問題点等を

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene  
(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

\*<sup>1</sup> 静岡県中東遠保健所

Shizuoka Prefectural Chutoen Public Health Center

\*<sup>2</sup> 静岡県西部保健所浜名分庁舎

Shizuoka Prefectural Seibu Public Health Center  
Hamana-Branch



表1 医薬品等試験検査の概要（平成6～9年度）

試験検査区分	検体数	項目数	指摘検体数	指摘率(%)
国一斉：医薬品	11	137	0	—
：医療用具	14	181	0	—
国委託：輸液	8	220	0	—
県内製造：医薬品	98	1257	8	8.2
：部外品	68	646	13	19.1
：化粧品原料等	79	584	0	—
県内流通：医薬品	119	1,071	8	6.7
：配置(試買)	66	922	16	24.2
知事承認：医薬品	13	45	5	38.5
：部外品	20	657	8	40.0
医薬品等製造用水	20	265	0	—
その他	41	81	4	9.8
計	557	6,066	62	11.1(平均)

試験成績書の別紙「規格及び試験方法に関する指摘事項」として添付して薬務課へ報告している。

当所における過去4年間の検査の概要は表1のとおりである。各検査区分での全検体数に対する指摘検体数の割合は知事承認品目で約40%と高くなっている。これは、承認申請審査に係る資料のため、かなり細部にわたって指摘をしているためと考えられる。

一方、配置薬の指摘率が、県内製造医薬品8.2%、県内流通医薬品6.7%に比べて、24.2%と高くなっている原因について考察するため、さらに詳細な配置薬の検査結果を以下に示した。

表2 配置薬試験検査の概要（平成3～9年度）

年度	品目	検体数	項目数	指摘項目数 (( )は不適項目数を再掲)
3	かぜ薬	17	249	5(5)
4	ビタミン含有内服液	16	267	7(3)
5	解熱鎮痛薬	17	250	1(1)
6	外用殺菌消毒薬	14	159	7
7	鎮咳去痰薬	17	242	4(1)
8	眼科用薬	19	259	4
9	かぜ薬・解熱鎮痛薬	16	275	3
	計	116	1,701	31(10)

表3 検査実施項目内訳

項目	実施数 (( )は不適項目数を再掲)
性状	362(1)
確認試験	507(1)
示性値(pH,比重)	28
純度試験	5
製剤試験(重量偏差試験等)	283(4)
定量法	510(1)
その他(異物試験等)	6(3)
計	1,701(10)

表4 製剤試験項目内訳

項目	実施数 (( )は不適項目数を再掲)
重量偏差試験	131(1)
崩壊試験	77(1)
粒度試験	43(2)
不溶性微粒子試験	19
無菌試験	13
計	283(4)

7年間の検査項目数の合計は1701で、指摘項目数は31、うち規格に適合しない不適項目数は10であった(表2)。また検査実施項目数の内訳は、確認試験及び定量法が約500ずつで、性状、製剤試験がこれに続いている(表3)。製剤試験の項目内訳は表4のとおりであった。

### 配置薬試験検査の問題点

#### 1 配置薬試買検査要領

試買検査要領の主要点を表5に示す。

表5 配置薬試買検査要領

対象品目	…家庭に配置してある医薬品 (年度毎に指定)
試験機関	…当所
検体数	…4,000円以内/1保健所 5～8箱/1品目
試買方法	…保健所薬事監視員が業者同行で家庭に赴き対象品目を抜き取り代金は業者へ支払う
表示事項の調査	…不正表示品は薬務課へ通報
実施上の注意	…できる限り同一ロットにする

#### 2 試買方式の問題点

表6に同製品の試買状況を示した。複数の保健所で偶然同製品を試買する場合と、1保健所がロットの異なる同製品を試買する場合とがあり、重複した製品に指摘事項があればそれだけ指摘率は高くなってしまふ。7年間

表6 同製品試買状況

年度	検体数	同製品 (( )は同ロット、波線は指摘項目あり)
3	17	<u>2</u>
4	16	<u>2</u> , 3
5	17	2, 4(うち2)
6	14	2, <u>5</u> (うち2)
7	17	3, 5, (2)
8	19	6, (2), (2)
9	16	(2)

のうち、かぜ薬・解熱鎮痛薬を対象品目とした年が3年間もあったことから類推すると、県内で利用されている配置薬の種類はあまり多くないのではないかと考えられる。また、試買金額と1品目当たりの検体数に制限があるため、検体量が不足し未実施項目が多くなっている。効率的な試買のためには、包装単位が小さいこと、利用状況、地域格差等を考慮する必要があると思われる。

### 3 検査未実施項目

検査未実施項目数は85であった(表7)。理由としては、すでに述べた検体量不足の他に、検査に用いる装置を当所で保有していないこと、標準物質が麻薬・覚せい剤原料であること等があげられる。特殊な装置はやむを得ないが、新しく局方<sup>2)</sup>に規定された装置の導入や、また覚せい剤原料研究者等の指定取得についても検討する必要があると思われる。他に調製操作や試薬重量単位の記載誤りのため、試験方法通りでは検査できない例があった。また、試薬が毒物や有害物質の場合には、それらを使用しない別法で実施した事例もあった。このような未実施項目等については、試験成績書の欄外に備考としてその理由を記載している。

表7 検査未実施項目数

項目	未実施数
確認試験	31
pH	6
重量偏差試験	10
粒度試験	10
無菌試験	6
定量法	22
計	85

### 4 指摘事項

#### 1) 字句の誤り等記載上の問題

いわゆる誤字の他、単純なワープロミスと推察される重複記載等であっても、その通りの操作が不可能であるとして指摘した場合もあった。また「試薬」「試液」「溶液」等が局方<sup>2)</sup>の定義にあっていない例が多く見られた。

#### 2) 試験方法上の問題

目的成分が妨害ピークと重なったり、一般的に指標としていない生薬標準品を使用していたため結果的に定量不能であった例では、規格や試験方法の再検討が必要であると考えられる。また、条件のわずかな違いで値にずれが生じやすいTLCや吸収スペクトルの規格に適切な幅を持たせていない例があった。

### 3) 製品の表示等

不適表示事項については本来試買時に行う調査であるが、外箱だけでなく内袋について好ましくない表現のある例があったので、事前に薬務課担当者に現物を確認してもらった上で指摘した。

以上にあげた指摘内容は、直ちに承認事項一部変更(一変)の対象となるものばかりではないが、機会をとらえて改善することが望ましいとして申請者に伝えられるよう、薬務課及び各保健所の薬事監視員との十分な連携が必要であると考えられる。

### 不適項目の原因、対応及び改善策

規格に入らない不適項目は、粒度試験で2例、性状(色)、乾燥減量、エキス含量、確認試験、崩壊試験、重量偏差試験、異物試験、定量法1例ずつで合計10項目(9検体)あった。このような不適検体については、本県薬務課から所轄の都道府県担当課に通報され、各担当課では製造業者に対し立ち入り検査等を行い、不適となった原因について調査し改善措置等を講ずるよう指導する。その後、業者から提出された改善報告書を含めた一連の経過についての不適医薬品措置報告書が当該担当課から報告される。当研究所での検査結果が薬務監視指導の具体的根拠となった興味深い事例を以下に示す。

#### 1 不適内容とその原因

GMP<sup>3)</sup>が医薬品製造業の許可要件となる以前の不適事例が多いが、製造管理及び品質管理上の問題が原因であると考えられるものはいくつか見られた。

##### 1) 製造管理上

事例1. 異物試験…固形物や混濁を認める

不溶性微粒子の除去及びろ過時の冷却不十分

事例2. 重量偏差試験…最大偏差が規格超過

分包工程における作業不均一(新人による作業)

##### 2) 品質管理上

事例3. 粒度試験…全通すべきふるい上に残留  
篩過操作のみで粒度試験未実施

事例4. 粒度試験…ふるい残留量が規格超過

局方改正時に追加された粒度試験の未実施

事例5. 乾燥減量…規格に満たない

中間製品製造元での検討不十分な自家試験(別法)結果採用

事例6. 定量法…規格に満たない

経年による含量低下、安定性試験の未実施

##### 3) 承認書記載上

事例7. 確認試験…紫外線波長数の誤記

一部変更申請手続きの未実施

#### 4) 複合型 (1)及び2)

事例8. 性状…色調が異なる

造粒圧の変更, 判定基準の曖昧さ

事例9. 崩壊試験…規定時間内に崩壊しない

造粒工程の一時的変更(当該ロットのみ), 判定基準の曖昧さ

### 2 対応

保健衛生上重大な影響を及ぼすものはなかったが、ほとんどの製品が回収措置をとっていた。他に製造の自粛や、人員増による管理体制の強化等が報告された。また、有効成分の安定性が保証できないため、製造中止となった製品や立ち入り調査時にはすでに製造業を廃止していて、当時の資料や製品が処分されていた事例もあった。

### 3 改善策

事例1. ろ過工程の改善, ろ過温度設定見直し

事例2. 中間製品の試験検査, 教育訓練の徹底  
局方改正に伴う規格変更

事例3. ふるいの改善, 粒度試験の実施

事例4. ふるいの改善, 粒度試験の実施

事例5. 規格試験法による最適条件の検討  
受入れ試験でのチェックの徹底

事例6. 安定性試験の実施, 他製品について処方変更と  
試験法の見直し

事例7. 承認申請書一部変更

### 4 複合型事例

事例8は、当時の報告内容では「試験の見直しをしていない」、「若干の差があっても疑問を持ちながら適の判定をしていた」という品質管理上の問題が原因であったとしている。その後同じ検体が試買されたため、変更後の承認書を確認したところ変更理由として「造粒機の変更により低圧での造粒が可能となったため色が薄くなった」としており、真の原因が製造管理上の問題であったことが明らかになった。

事例9については、中間製品製造元において当該ロットについてのみ練合・造粒工程を一時的に変更したという、製造の一貫性の欠如が調査により判明したが、当該ロットの崩壊試験の判定は適合となっていた。日局崩壊試験法の判定方法は「…30分間上下運動を行った後…試料の残留物を認めないか、又は認めても皮膜であるか、若しくは軟質の物質若しくは泥状の物質がわずかのとき適合とする」となっており<sup>9)</sup>、当研究所では60分間実施しても崩壊しないとしたが、追試験では残留物を認めても軟質物質又は泥状であり、わずかであるとして適合としていた。同じ検体で残留しないこともあったということから、ロット間のバラツキがあったことは間違いのないことと考えられるが、有効成分の溶出性や「わずか」

の量の限度見本を示すなどして客観的で管理しやすい判定・評価内容にするような検討が必要であると考えられる。

### 5 製造所での追試験との比較

改善報告書の中に、業者や所轄地衛研による保存サンプルの追試験結果等が記載されている5例について、当研究所での検査結果と比較した。ほぼ同じ結果が得られており、中には追試験結果の方が規格からの逸脱の度合いが大きいものもあった。

この中で、エキス含量については、保存サンプルが残っておらず、出荷時及び中間製品製造元での追試験結果は、全て適合となっていた。その後、他検体のエキス含量の試験検査の際、使用するエタノールの水分によって含量値が異なることを経験した。同じグレードの試薬を使用しても保管方法により水分が多くなってしまふことが考えられ、試薬の品質管理状況の確認も重要であると思われる。

今後は情報公開の進展に伴い、地衛研の収去検査等における適正な精度管理や業務管理の実施が必要不可欠になると考えられる。また、規格試験の設定に際しては、分析法バリデーションの室間再現性や頑健性の考え方を取り入れていくことがさらに求められるようになるものと考えられる<sup>9),10)</sup>。

## ま と め

GMPが医薬品製造業の許可要件となり、製造及び品質管理におけるバリデーションの重要性が製薬企業全般に浸透してきたため、品質に重大な影響を及ぼす指摘事項は減少している。しかし、最先端の技術と情報を持つところばかりではなく、家内工業的な企業もある程度の割合を占めているのが実情であり、そのような企業に対する指導をどのようにしていくかが行政上の問題といえる。配置薬の試買検査は12年間実施し平成9年度で終了となり、今後は何か問題があれば収去検査として取り扱うことになると考えられる。

県内には、大規模から中小規模にわたる多くの医薬品製造所があり、少数ながら知事承認品目であるかぜ薬やビタミン主薬製剤等の配置薬を製造している製造所もあり、今回報告した試買検査結果は、このような知事承認申請時の資料検討の際におおいに参考になると考えられる。また、最近では他県でも地方衛生研究所がGMP監視等へ積極的に関わっているという報告もあり、収去検査等が増加すれば製造承認書に対する指摘も厳しくなるものと思われる。今後もGMP上の問題点が検査結果に重大な影響を及ぼす多くの事例を示すなどして、薬事監視業務の一助となるようなデータの蓄積、解析をしていき

たいと考えている。

### 参 考 文 献

- 1) 日本公定書協会：医薬品製造指針 1997，薬業時報社，東京（1997）
- 2) 厚生省：第十三改正日本薬局方(1996)，第十三改正日本薬局方第一追補（1997）
- 3) 医薬品の製造管理及び品質管理規則：平成 6 年 1 月 27 日厚生省令第 3 号（1994）
- 4) 廣川書店：第十三改正日本薬局方解説書，東京（1996）
- 5) 分析法バリデーションに関するテキストについて：厚生省薬務局審査課長通知，薬審第 755 号（1995）
- 6) 分析法バリデーションに関するテキスト(実施方法)について：厚生省医薬安全局審査管理課長通知，医薬審第 338 号（1997）

## 医薬品等の試験検査に係る有害試薬の使用状況調査

医薬品生活部 医薬食品スタッフ 小和田和宏, 堀池あずさ, 馬 淵 博  
上村慎子, 高橋 真, 坂根弓子  
佐野智子, 永野隆夫

Reserch for Deliberate Chemicals used in the Test of Drugs

Kazuhiro OWADA, Azusa HORIIKE, Hiroshi MABUCHI,  
Mitsuko KAMIMURA, Makoto TAKAHASHI, Yumiko SAKANE,  
Tomoko SANO and Takao NAGANO

医薬品等の試験検査には様々な試薬が使用されている。これらの中には、労働衛生や環境汚染の視点などから有害試薬と考えられているものが少なくない。有害試薬は可能なかぎり排除すべきと考える社会状況の中、医薬品の試験検査に係る有害試薬の使用状況やそれに代わる代替試験法の開発の検討状況に関するアンケート調査を実施した結果、実際には試験検査に87%の製造所で有害といわれている試薬類を用いていることが明らかとなった。一方、65%の製造所では有害試薬の低減を目的とした試験法の変更を検討していないことや、クロロホルム、ジクロロメタン、アセトニトリルなどは有害試薬とはいわれているが、それらは溶剤としては有用で、なかなか排除できないという実態も明らかになった。

今後は試験に用いる有害試薬や有機溶媒の少量化を図ること、代替溶媒を検討し、より毒性の少ない溶媒を用いる試験法とすること、別の原理、分析機器を用いた方法(別法)を検討することなどが望まれる。

Key words : 医薬品, 試験検査, 有害試薬, 代替溶媒, 代替試験法

Drugs, Test, Deliberate chemicals, Substituted solvent, Substituted method

### はじめに

医薬品等の試験検査には様々な試薬が使用されている。これらの中には、労働衛生や環境汚染の視点などから有害試薬と考えられているものが少なくない。現在、こうした有害試薬は可能なかぎり排除すべきと考える社会状況にあり、日本薬局方(以下、日局)作成においても、「人体および環境に有害な試薬を用いた試験法の廃止」など人や環境への影響を配慮した試験法になるよう努めている<sup>1)</sup>。

こうした社会状況の中、著者らは医薬品等の試験検査

に係る有害試薬の使用状況の調査やそれらに代わる「代替試験法」の開発の検討を行うことが必要であると考えた。

本年度は、まず、医薬品等製造承認書(以下、承認書)の中で試験検査に用いられている有害試薬の実態調査や日局、化粧品原料基準(以下、粧原基)など薬事法関係の公定書の改訂作業における試験法からの有害試薬の排除に関する情報等を整理することにした。

また、県内の医薬品製造業者に対し、有害試薬と思われる試薬等の使用状況等に関するアンケート調査も実施したので、その概要も報告する。

### 調査方法

#### 1 日局等公定書類からの有害試薬排除の状況

日局改訂時に日本公定書協会の「医薬品の規格および試験方法に関する研究班」は日局の医薬品各条で用いら

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

れている有害試薬の使用状況を調査し、それらを用いない試験法の開発を検討した<sup>2)</sup>。それらの経緯は公定書協会発行の「医薬品研究」に紹介されている。また、粧原基については新版に改訂の内容が記載されている<sup>3)</sup>。さらに、衛生試験法・注解や食品添加物公定書における有害試薬等の排除についても報告事例がある<sup>4,5)</sup>ので、それらを文献収集した。

## 2 承認書等の試験検査に用いられている有害試薬の実態調査

### 1) 承認書（承認申請書）中の有害試薬の調査

日米EU三極医薬品承認審査ハーモナイゼーション国際会議(ICH)において医薬品を製造する際、使用を避けるべき溶媒としてベンゼンや四塩化炭素、ジクロロエタンなどが指定されている<sup>6)</sup>。また、環境や人に影響を及ぼすと思われる物質に水銀化合物、ヒ素化合物、シアン化合物などがある。平成6年度以降の取去品目および知事承認申請品目の承認（申請）書からこれらの有害試薬の使用状況を調査した。

### 2) 有害試薬排除に係る試験法の変更等の調査

平成6年度以降の取去品目の承認書と一部変更承認書の変更箇所を比較し、有害試薬の排除に係る変更の有無を調査した。また、取去時に医薬品等製造所から製品標準書が添付された場合、有害試薬の排除を目的とした別法の有無を調べた。

## 3 県内医薬品製造所に対する有害試薬に関するアンケート調査

県内の医薬品製造所に対し、平成10年9月、有害試薬を用いない試験法、人や環境に配慮した試験法への取り組み状況についてアンケート調査した。調査内容は以下の5項目である。

- 1) 承認書法で有害試薬を用いた試験法の有無
- 2) その試験項目と使用目的
- 3) 有害試薬や有機溶媒量の低減化を目的とした試験法の変更事例の有無
- 4) 溶媒量低減のためHPLCでミニカラムを用いた経験の有無
- 5) 有害試薬や有機溶媒量の低減化の流れの中で苦慮している点

## 結果および考察

### 1 日局等からの有害試薬の排除の動向

#### 1) 日局

日局における試薬の使用制限は、「人体および環境に有害な試薬を用いた試験法の廃止など、人および環境への

表1 日本薬局における有害な試薬の扱い

原則として、用いない試薬	水銀化合物 シアン化合物 1,2-ジクロロエタン 1,1,1-トリクロロエタン 四塩化炭素 ベンゼン
極力用いない試薬	1,4-ジオキサン
使用について慎重に検討する試薬	ハロゲン化合物 (クロロホルム、ジクロロメタンなど) 二硫化炭素

影響に配慮した試験方法になるように努める。」と定められている基本方針<sup>7)</sup>により行われる。

この方針は第10改正日局から取り入れられ、有機溶媒については四塩化炭素およびベンゼンなど、無機試薬については水銀化合物やシアン化合物を用いた試験法の見直しが行われ、これらの試薬を用いない試験法に改正された。日本薬局方フォーラムに掲載されている第14改正日本薬局方原案作成要領（第一次案）<sup>8)</sup>には表1のように規制されている。

### 2) 医薬品の残留溶媒ガイドライン<sup>9)</sup>

医薬品の原薬や製剤の製造工程では様々な有機溶媒が使用されている。本ガイドラインは服用する患者の安全のため医薬品中の残留溶媒の許容量を勧告し、製造の際には低毒性の溶媒を用い、いくつかの溶媒について毒性学的に許容できる限度値を示している。これはICHの議題のひとつとして検討されたものである。ガイドラインでは許容できない毒性を持つ、または環境に対して有害な影響を及ぼすなどの理由から医薬品の製造において使用を避けるべき溶媒（クラス1）としてベンゼン、四塩化炭素など5種が示されている（表2）。

表2 クラス1の溶媒  
(医薬品の製造において使用を避けるべき溶媒)

溶 媒	残留濃度限度値 (ppm)	考慮した点
ベンゼン	2	発がん性
四塩化炭素	4	毒性及び環境への有害性
1,2-ジクロロエタン	5	毒性
1,1-ジクロロエタン	8	毒性
1,1,1-トリクロロエタン	1500	環境への有害性

また、自身が有する毒性のため医薬品中の残留を規制すべき溶媒（クラス2）としてアセトニトリル、クロロホルム、ジクロロメタンなどが提示され（表3）、クラス1とともに残留限度値が設定されている。

その他、低毒性の溶媒（クラス3）は毒性が低く、人

表3 クラス2の溶媒(医薬品中の残留量を規制すべき溶媒)

溶 媒	濃度限度値(ppm)
アセトニトリル	410
クロロベンゼン	360
クロロホルム	60
シクロヘキサン	3880
1,2-ジクロロエテン	1870
ジクロロメタン	600
1,2-ジメトキシエタン	100
N,N-ジメチルアセトアミド	1090
N,N-ジメチルホルムアミド	880
1,4-ジオキサン	380
2-エトキシエタノール	160
エチレングリコール	620
ホルムアミド	220
ヘキサン	290
メタノール	3000
2-メトキシエタノール	50
メチルブチルケトン	50
メチルシクロヘキサン	1180
N-メチルピロリドン	4840
ニトロメタン	50
ピリジン	200
スルホラン	160
テトラリン	100
トルエン	890
1,1,2-トリクロロエテン	80
キシレン	2170

の健康に及ぼすリスクも低いと考えられ、GMP やその他の品質基準により規制されれば許容されると判断できるものである。第13改正日局第二追補では、残留溶媒試験法が一般試験法に、当ガイドライン、残留溶媒試験法および医薬品各条記載例などが参考情報として掲載される予定になっている<sup>8)</sup>。

### 3) 粧原基

粧原基は化粧品の原料として使用されるものについて、その性状や品質に関する基準を定めたものである。平成9年9月全面改正されたが<sup>9)</sup>、過去の改訂に際し公定書協会が編集した注解<sup>3)</sup>によれば有害試験薬を用いない

表4 粧原基の改正により使用しないこととした試験薬

塩化第二水銀試液	3 品目
酢酸第二水銀	1
硝酸第二水銀	6
ネスラー試液(水銀)	1
シアン化カリウム	4
ベンジジン	2

\* 第二版追補II

試験法に変えていくという流れが読み取れる。注解中で明記されている試験薬は表4のとおりである。

### 4) 食品添加物公定書

現在、第六版食品添加物公定書<sup>10)</sup>の改訂作業が行われているが、第7版原案作成要領では日局原案作成要領と同様な基本的な有害試験薬(溶媒を含む)に対する考え方と方針があるといわれている<sup>5)</sup>。具体的な対策方法として、化学的定性反応による確認試験を赤外吸収スペクトル測定法に移行したり、同じく確認試験に用いる有機溶媒をクロロホルムからn-ヘキサンに変更することなどが検討されている。また、新規食品添加物の場合には、はじめから有害試験薬を用いない試験法が要求される。

### 5) 衛生試験法・注解<sup>11)</sup>

日本薬学会の衛生化学調査委員会では現行の衛生試験法に記載されているジクロロメタン、ベンゼン、四塩化炭素など有害化学物質(溶剤)については積極的に排除し、2000年版刊行に際して代替溶剤による試験法の作成を可能なかぎり実現するよう対処する編集方針をもっていう<sup>4)</sup>。

## 2 承認書等において試験検査に用いられている有害試験薬等の実態調査

### 1) 承認書中の有害試験薬使用状況調査

平成6年度以降の収去品目および知事承認申請品目の承認(申請)書からこれらの有害試験薬の使用状況を調査した結果を表5に示した。

表5 製造承認(申請)書中の有害試験薬

アセトニトリル(定量等)	56項目
クロロホルム(抽出・展開)	104
ジクロロメタン(抽出・展開)	15
1,2-ジクロロエタン(抽出・展開)	13
鉛(標準)	53
ヒ素(標準)	47
ジオキサン, 重クロム酸カリウム, ベンゼン, シアン化カリウム, 臭化シアン, 金属ナトリウム, 塩化第二水銀など多数	

日局医薬品各条における有害試験薬については検討され、排除の方向に向かっているが、承認書中の試験検査には有害といわれているベンゼンやクロロホルム、シアン化合物、水銀化合物など多くの試験薬類が依然として使用されていることが明らかとなった。中でも、主成分の抽出溶媒や薄層クロマトグラフィー(TLC)の展開溶媒として用いられるクロロホルムや高速液体クロマトグラフィー(HPLC)の移動相として繁用されるアセトニトリル、純度試験において重金属やヒ素の限度試験に標準溶

液として用いられる鉛やヒ素の使用頻度は高いものと思われた。

2) 一部変更承認書または製品標準書別法にみる有害試薬排除

平成6年度以降の収去品目について一部変更承認書および製品標準書の別法から有害試薬に係る試験法の変更の有無を調べ、その結果を表6に示した。

表6 一変承認書または標準書別法にみられた有害試薬排除に係る変更

確認試験	抽出溶媒変更 TLC 展開溶媒変更 クロロホルム/アセトン/強アンモニア → エーテル/メタノール/酢酸 → 酢エチ/エタノール/アンモニア水
定 量	HPLC 移動相組成 ジクロロメタン → ヘキサン 臭化シアン法 → GC 法 抽出溶媒変更 クロロホルム → 水酸化ナトリウム/ヘキサン → 塩酸

抽出溶媒や TLC の展開溶媒、HPLC の移動相に用いる有機溶媒については代替溶媒を検討し、また、臭化シアンなど有害試薬を用いる確認試験や定量などは試験法そのものを測定原理の異なる別法に変更するケースが多かった。

3 県内医薬品製造所に対する有害試薬に関するアンケート調査

県内の医薬品製造所に対し、有害試薬を用いない試験法、人や環境に配慮した試験法への取り組み状況についてアンケート調査した。整理の都合上、有害試薬として国立医薬品食品衛生研究所の石橋、小島らが第12改正日局を調査した際に対象として選んだヒ素、セレン、カドミウム、スズ、鉛、水銀、クロム、シアンを含有する試薬およびベンゼン、四塩化炭素、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、アセトニトリル、トリ

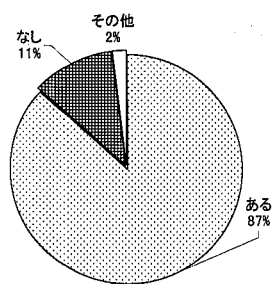


図1 有害試薬を用いた試験項目の有無

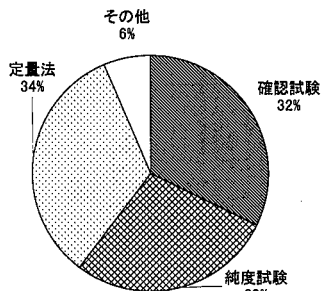


図2 有害試薬を使う試験項目

クロロエチレン、ジオキサンなどの有機溶媒を対象とした。

1) 承認書法で有害試薬を用いた試験法の有無、その試験項目と試薬の使用目的

図1に示すように、87%の医薬品等製造所が承認書の方法の中で有害試薬を使用していると回答した。その該当試験項目は図2に示すように確認試験、純度試験、定量法の間では特定の試験が有害物質を多く使用するというような特別な傾向はなかった。

2) 試薬や有機溶媒量の低減化を目的とした試験法の変更事例の有無

有害試薬を低減化するため医薬品製造所で試験法の変更を実施した経験があるのは図3に示すように19%であった。これに検討中を加えると35%の製造所が何らかのアクションを起こしていることが明らかとなった。社会的な有害試薬排除の流れの中で、日局等の公定書に準じて今後ますますこの傾向は強くなるものと思われる。

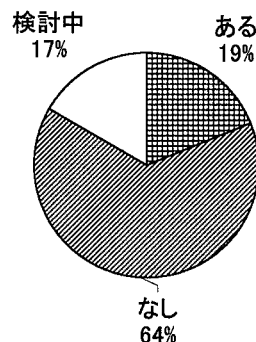


図3 有害試薬の低減化の試み

また、試験法の変更の事例は表7に示したように、試験法原理の変更、代替溶媒の検討のほか、HPLCにおけるミニカラムの検討が3社あった。通常、HPLCの充填カラムとして長さ15~25cm(充填剤粒径5μm)のカラムが繁用されているが、ここでは粒径2μm、長さ10cmのミニカラムを用いて分析した事例を紹介する。図4に

表7 有害試薬等の低減化のため試験法の変更を行った例

方法の変更	
ヒ素試験法	装置A→装置B
方法の変更	吸光度測定法(KCN) → HPLC
	GC, TLC → HPLC
確認試験をIR法に	
溶媒の変更	
TLCの展開溶媒変更	
抽出溶媒変更	ベンゼン→エーテル, シクロヘキサン
使用量の削減	
HPLCセミマイクロカラムを使用	



承認書で規定された 25 cm のカラムでの分析事例を、図 5 にミニカラムでの分析事例を示した。両者を比較すると分析時間及び用いる移動相量が 1/3 に短縮し、有機溶媒の使用量が大幅に削減できることになる。医薬品における定量分析は HPLC を用いた手法が多用されており、特に単一成分の医療用医薬品の場合は有効なものと考えられる。

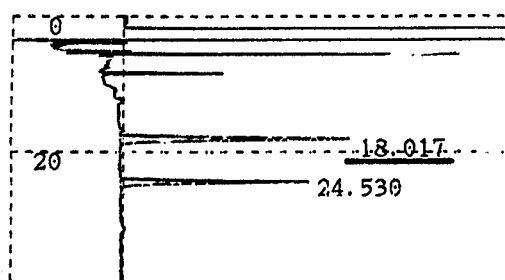


図 4 HPLC カラム (粒径 5 μm, 内径 4.6 mm, 長さ 25 cm) (承認書) のクロマトグラム

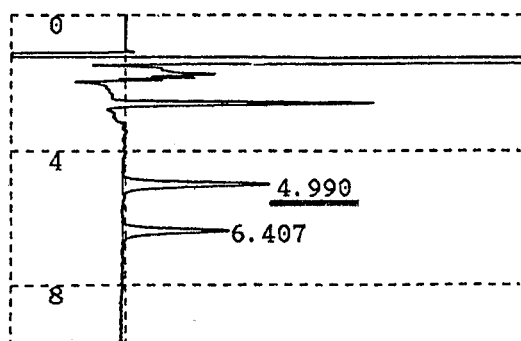


図 5 HPLC カラム (粒径 2 μm, 内径 4 mm, 長さ 10 cm) のクロマトグラム

### 3) 有害試薬や有機溶媒量の低減化の流れの中で苦慮している点

有害試薬を低減化する上で医薬品製造所が苦慮している点を表 8 に示した。その主な理由としては①局方などの公定書や委受託等で試験法が規定されていたりして変更ができない、②有害といわれているが溶解や溶出に有

表 8 有害試薬等低減化の中で苦慮する点

局方準拠, ユーザーとの契約で変更不可。 クロロホルム, ジクロロメタンなど溶解や溶出に不可欠 (優れた溶剤)。 アセトニトリルも HPLC の使用は不可欠。代替溶媒の選択は難しい。 変更に時間, 人工, 工夫が必要。 公的機関に別法を検討し, 示してほしい。 有害試薬の除去だけの一変はしにくい。 分析結果が一致し難い。同等性に疑問。 ミニカラムは高価で検討できない。 検討すれば必ず成功するわけではない。
--

用で試験を行う上で不可欠であり代替溶媒も選択が難しい、③検討そのものが時間的、技術的に困難であるなどである。また、検討すれば必ず成功するわけでもないとの意見も見受けられ、公的機関からの援助が期待されていることもわかった。

## ま と め

有害試薬は可能なかぎり排除すべきと考える社会状況の中、医薬品の試験検査に係る有害試薬の使用状況やそれに代わる代替試験法の開発の検討状況に関するアンケート調査を実施した結果、87%の製造所で有害といわれている試薬類を用いていること、また、65%の製造所では有害試薬の低減を目的とした試験法の変更を検討していないことがわかった。

実際の承認書を調べてみると、クロロホルムやジクロロメタンなどが抽出溶媒や TLC の展開溶媒として、また、HPLC の移動相としてアセトニトリルなどが多く用いられていた。クロロホルムやジクロロメタン、アセトニトリルなどは有害試薬といわれているが、それらは溶剤としては有用で、なかなか排除できないという実態も明らかになった。

当研究所の今後の取り組みとしては①現在、承認書で規定されている試験法のスケールを縮小することや HPLC ではミニカラムを用いることを検討することにより、用いられている有害試薬や有機溶媒の使用量の少量化を図ること、②抽出溶媒や TLC の展開溶媒などに用いられている有機溶媒の代替溶媒を検討し、より毒性の少ない溶媒を探ること、③全く別の原理、分析機器を用いた方法 (別法) を検討することなどが考えられる。

いずれにしても、こうした社会の流れとともに、県内の製造所は有害試薬を用いない試験法の開発と指導を公的機関に要望していることを念頭に入れ、この問題に取り組みたいと思う。

## 参 考 文 献

- 1) 日本公定書協会：第十四改正日本薬局方原案作成要領(案), 日本薬局方フォーラム, 5(4), 125-126(1996)
- 2) 石橋無味雄, 小嶋茂雄：第十二改正日本薬局方における有害試薬使用の調査, 医薬品研究 27 (2), 64-67 (1996), 第十二改正日本薬局方における有害試薬使用の調査 その 2, 医薬品研究 27 (3), 119-131 (1996),
- 3) 日本公定書協会：化粧品原料基準第二版追補 II 注解, 薬事日報社, 東京 (1992)
- 4) 中澤裕之：衛生試験法・注解における有害化学物質使用について, 食衛誌, 38 (2), J 193-194 (1997)

- 5) 石綿 肇：第七版食品添加物公定書における有害試験（溶媒を含む）に関する基本方針と対策について，食衛誌，38（2），J193（1997）
- 6) 石橋無味雄：医薬品に残留する有機溶媒のクラス分け及び限度値について，食衛誌，38（2），J177-178（1997）
- 7) 厚生省医薬安全局審査管理課長通知：医薬品の残留溶媒ガイドラインについて，平成10年3月30日医薬審第307号（1998）
- 8) 日本公定書協会：第十三改正日本薬局方第二追補に収載予定の改正案，日本薬局方フォーラム，4および96-98（1999）
- 9) 厚生省：化粧品原料基準，平成9年9月30日厚生省告示第二百五号（1997）
- 10) 石館守三，鈴木郁生，谷村顕雄監修：第六版食品添加物公定書解説書，廣川出版，東京（1992）
- 11) 日本薬学会：衛生試験法・注解1990，付. 追補（1995），金原出版，東京（1995）

## 家電製品の電磁波・電磁波防護用品に関する調査・研究

医薬品生活部 生活科学スタッフ 中村和光, 影山知子, 菅野尚子  
山口善三郎, 永野隆夫

### Measurement of Electromagnetic Wave Radiated from Electric Goods and Test of Anti-Electromagnetic Goods

Kazumitu NAKAMURA, Tomoko KAGEYAMA, Naoko KANNO,  
Zenzaburo YAMAGUCHI and Takao NAGANO

家電製品の電磁波, 生活環境の中の電磁波を測定した。家電製品の中で電磁波の高い製品は, テレビ, パソコンであった。ただ, 同じパソコンでも最近のものは電磁波低減対策が進んでおり, 以前のパソコンに比べると電磁波は低くなっている。生活環境の中の電磁波は, 屋外においては特に高い所はなかった。屋内のうち, ゲームセンターは比較的電磁波が高かった。市販されている電磁波防護用品のうち, OA エプロン・スーツは電磁波シールド効果があったが, モニター画面等に取り付けるスクリーンやアースにつないで電磁波を防護する製品はシールド効果がなかった。

Key words: 電磁波, OA エプロン, 電界, 磁界

Electromagnetic wave, O.A.-apron, Electric field, Magnetic field

### はじめに

近年, 携帯電話等の発射する電波による医用電気機器に対する電磁障害例が報告されて以来, 電磁波に対する関心が深まってきている。電磁波は電界と磁界の2つ成分で構成されたエネルギーの波で, すべての電気製品から発生しており, 電気のない生活が考えられない現在, 生活環境から電磁波の発生を止めることは難しい。

こうした状況の中, パソコンなどのOA機器の電磁波から身を守る「電磁波防護グッズ」が市場に出回っている。

そこで今回, 実際に家電製品からどれ位の電磁波が出ているのか, 電磁波防護用品は本当に電磁波をカット出来るのかについてテストを行った。

### 調査方法

#### 実施時期

1998年9月～1999年2月

#### 試買品目

市場に出回っている電磁波防護用品のうち, 新製品を中心に, 12検体購入した。内訳はエプロン, スーツなどの布製品7検体, パソコンのモニター画面に取り付けるスクリーン3検体, 電源に取り付けて電磁波を低減させる用品2検体であった。

#### 調査項目及び方法

##### 1 家電製品の電磁波測定

電磁環境モニター計(アステック社, HI-3603)を用いて, 家電製品の電界強度, 磁界強度を測定した。なお, HI-3603の測定周波数は, 9～300 KHzである。

##### 2 生活環境における電磁波測定

電磁環境モニター計を用いて, スーパー, 病院, 遊技場などにおける電界強度と磁界強度を測定した。

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

### 3 電磁波防護用品効果試験

試買品のうち、エプロンなどの布製品並びにスクリーンなどのプラスチック製品について、そのシールド効果をアドバンテスト法にて測定した。アースなどに取り付ける電磁波防護用品については、3 m 法にて測定した。

なお本試験は、静岡県浜松工業技術センターに依頼して行った。

### 4 電磁波防護用品実用試験

エプロン等を実際に着用した状態で、電磁環境モニター計を用いて、エプロンの裏側の電界強度、磁界強度を測定した。

### 5 アンケート調査

静岡県消費生活モニター（200名）を対象に行った。

## 結果及び考察

### 1 家電製品の電磁波測定

一般家庭の家電製品 65 検体について、電磁環境モニター計で電界強度、磁界強度を測定した結果を表 1 に示す。家電製品のうち電界強度、磁界強度ともに大きなものは、テレビ、パソコン、中程度のもの、掃除機、ドライヤー、空気清浄機、蛍光灯、電子レンジで、小さいものは、冷蔵庫、洗濯機、ポット、エアコン、電気カミソリ、ビデオ、電気カーペット等であった。

これら家電製品のうち、同じメーカーのもので製造年月日の違う製品の電界強度、磁界強度の違いを図 1 に示す。図 1 から分かるように、パソコンの電磁波は年々低減されてきており、これは、テレビなどにも見られる傾向である。ただし、テレビにおいては、大型画面化が進んでおり、画面が大きければ電界強度、磁界強度とも大きく、パソコンのように単純に低減していない。

なお、参考として、いくつかの安全基準を表 1 の下に列記した。

### 2 生活環境における電磁波測定

生活環境における電磁波の測定結果を、表 2 に示す。小学校の校庭、送電線の下、車の往来の激しい道路近辺などの屋外において電磁波の高い場所は見あたらなかった。病院の待合室、スーパーマーケット、百貨店、家電製品を扱う郊外大型店においても、おおむね電磁波は低かった。ただ、肉・野菜などの冷蔵設備の前、照明器具売場、テレビ売場などは、若干高い場所が見られた。また、百貨店・郊外大型店などの入口、自動ドア付近で磁界強度が 3.3 mG と通常の 10 倍以上の場所が見つかった。自動ドアが高い電磁波を出す訳ではないので、空調設備などの別の原因が考えられる。ゲームセンター、パチンコ店などの遊技場は、比較的電磁波が高かった。特にモニター画面の大きいゲームセンターは、ゲーム機の

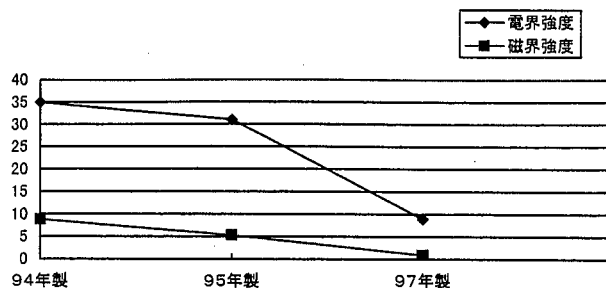


図 1 パソコンの電磁波

前だけでなく、通路においても磁界強度 0.25 mG と比較的高い値を示した。ただし、このレベルは安全基準より十分に低い値である。

### 3 電磁波シールド効果試験

静岡県浜松工業技術センターに依頼した電磁波シールド効果試験の結果を、表 3 に示す。

アドバンテスト法 (図 2) による結果、エプロン、スーツにおいては、90%以上の磁界及び電界がカットされていた。スクリーン、アースなどにつける電磁波防護用品については、シールド効果が全く見られなかった。

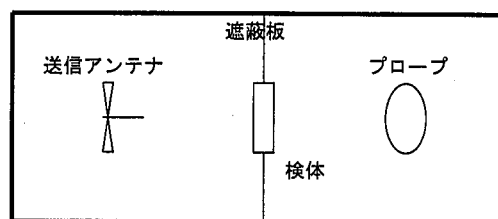


図 2 アドバンテスト法

なお、本試験の測定周波数は一般的な家電製品の周波数領域 500 MHz までである。

また、本試験は素材テストであり、電磁波は前からだけでなく、横や後ろに回り込む性質がある為、実際に電磁波を本結果と同様にカットする為には 体全部をこうした素材で遮蔽しなければならない。

### 4 電磁波防護用品実用試験

結果を表 4 に示す。エプロン、スーツの検体 No. 1～7 の磁界カット率は、3～12%とほとんど効果がなかったが、電界カット率は、75～94%とおおむね良好な結果が得られた。検体 No. 8～10 のスクリーンをパソコンに装着して測定した結果、磁界はほとんどカット出来なかった。電界カット率の比較的良かった No. 10 はガラス製で、No. 8, 9 はプラスチック製であった。パソコン本体またはアース線出口に取り付けて電磁波をカットする防止器の No. 11 とパソコン本体に取り付ける No. 12 は、磁界、電界ともまったくカット出来なかった。

電磁波はパソコンのモニター画面からのみ出ている訳ではなく、また直進する電磁波だけでなく反射した電磁波もあることから、静岡県浜松工業技術センターにおいて行ったものと異なった結果が得られたものと考えられる。したがって、前面だけのエプロンは回り込んだ電磁波を遮断できないため、後ろまであるエプロンの方が効果が高い。

## 5 アンケート調査結果

### 1) 対象

静岡県消費者モニター200人を対象に行い、178人から回答を得た。(回収率89%)。そのうち男性は16人(9%)、女性は162人(91%)であった。年齢構成は、20代が28人(15.7%)、30代が63人(35.4%)、40代が31人(17.4%)、50代が22人(12.4%)、60代以上が34人(19.1%)であった。

### 2) 電磁波の認知度

あなたは電磁波という言葉を知っていますかという質問に、「はい」と答えた人が173人(97.2%)、「いいえ」が5人(2.8%)で、ほとんどの人が電磁波という言葉を知っていた。また、「はい」と答えた方は何で知りましたかという質問に、「テレビで知った」と答えた人が110人(61.8%)、「新聞で」が82人(46.1%)、「ラジオで」が8人(4.5%)、「雑誌で」が45人(25.3%)、「その他」が36人(20.2%)であった。(複数回答有)「その他」と答えた方は、知人、学校、講演会等という回答であった。

この結果から、電磁波というものを多くの人が知っているとともに、高い関心があることが分かった。

### 3) 電磁波への関心度

あなたは電磁波に関心がありますかという質問に、「はい」と答えた人が150人(84.3%)、「いいえ」が25人(14.0%)、「わからない」が3人(1.7%)であった。

また、あなたは電磁波に対してどのようなイメージを持っていますかという質問に、「非常に怖いものだと思う」と答えた人が49人(27.5%)、「少し怖いと思う」が104人(58.4%)、「特別怖いものだと思う」が16人(9.0%)、「わからない」が9人(5.1%)であった。

この結果から、差はあってもほとんどの人が電磁波の影響があると感じていて、特に健康への影響や次世代への影響を危惧していることが分かった。

### 4) 電磁波に関する具体的なイメージ

電磁波は身の回りのどんなものから出ていると思いますかという質問に、「電子レンジから」と答えた人が一番多く、122人(68.5%)、2番目に多かったのが「携

帯電話」で、90人(50.6%)であった。以下、「パソコン」(78人(43.8%))、「テレビ」(64人(36.0%))、「送電線」(54人(30.3%))、「電磁調理器」(31人(17.4%))の順であった。電磁波が少ないと思われるものは、冷蔵庫、洗濯機、蛍光灯、コーヒーマーカー、換気扇、電子ピアノ、掃除機、乾燥機、ひげそり、自動車、エレベーター、電気毛布、エアコン、炊飯器、トースター、アイロン等であった。(複数回答有)

また、電磁波によりどのような影響が出ると思えますかという質問に、「健康への影響が出ると思う」と答えた人は136人(76.4%)、「次世代への影響が出ると思う」が122人(68.5%)、「社会影響が出る」が103人(57.9%)、「特に影響は出ないと思う」が3人(1.7%)、「わからない」が6人(3.4%)、「その他」が4人(2.3%)であった。(複数回答有)

### 5) 電磁波に対する対策方法

あなたは電磁波を防ぐ為に何かしていますかという質問に、「電磁波を防ぐ為に何かしてる」と答えた人は95人(53.4%)、「特に何もしていない」が78人(43.8%)、「その他」が5人(2.8%)であった。「電磁波を防ぐ為に何かしている」と答えた人のうち、「出来るだけ電化製品から離れるようにしている」と答えた人が、65人(36.5%)、「電源をこまめに切るようにしている」が66人(37.1%)、「電磁波カットエプロンをしてる」が11人(6.2%)、「電磁波の多そうな所にはいかない」が32人(18.0%)であった。(複数回答有)

この結果から、二人に一人以上は電磁波を防ぐ為に、なんらかの方法を取っていることが分かった。

### 6) 電磁波に関する情報

電磁波に関してどのような情報が欲しいですかという質問に、「電磁波に関する科学的知識」と答えた人が87人(48.9%)、「いろいろな電化製品の電磁波の強さ」が134人(75.3%)、「電磁波の健康への影響」が155人(87.1%)、「電磁波を出来るだけあびないで日常生活を送る方法」が97人(54.5%)、「電磁波を防ぐグッズ」が47人(26.4%)、「特に欲しいと思わない」が1人(0.6%)、「その他」が4人(2.2%)であった。(複数回答有)

この結果から、日常生活を安全に送る為に、多くの人が電磁波に関する具体的な情報を必要としていることが分かった。

## ま と め

1 家電製品の電磁波を測定した結果、電磁波の多い電化製品は、テレビ、パソコンであった。ただ、パソコ

ンなどは電磁波低減対策が進んでおり、新しい製品は電磁波が相対的に低かった。テレビも同様なことが言えるが、画面が大型化しており、その為必ずしも新製品の電磁波が低いわけではなかった。電子レンジは、以前は電磁波が多く出る家電製品と思われていたが、パソコン同様、電磁波低減対策が進んでおり、最近の製品は電磁波が低かった。もちろん、全メーカーの製品をテストした訳ではないので断言は出来ないが、現在はかなり電磁波を抑えた製品もある。メーカーの最新情報の提供を期待する。

2 生活環境の中の電磁波について測定した結果、小学校の校庭、送電線の下など屋外の電磁波はおおむね低かった。これは、交通量の多い道路近傍でも同じであった。病院の待合室、スーパーマーケット、百貨店、郊外大型店などの屋内もおおむね電磁波は低かった。

ただし、スーパーマーケットの冷蔵設備の前、照明機器、テレビなどの家電売り場は若干高い場所もあった。ゲームセンターやパチンコ店などの遊技場は他の場所に比べ電磁波が高かった。

3 電磁波シールド効果を測定したところ、エプロン・スーツなどは90%以上の電磁波カット率があったが、スクリーン並びにアースなどにつないで電磁波を防護する製品はシールド効果がなかった。

4 電磁波防護用品のうち、エプロン、スーツは電界に対しては良好な遮断効果があったが、磁界に対してはあまりなかった。スクリーン、アースなどにつないで

電磁波を防護する製品は効果がなかった。また、素材的には電磁波をカット出来ても前面だけのエプロンでは反射してくる電磁波など防ぐことが出来ないで、後ろのあるエプロンなどが望ましい。

5 アンケート結果より、多くの消費者が電磁波に関心があり、また、具体的な情報を必要としていることが分かった。ただ、現在、携帯電話から発する電磁波による医療機器の誤作動の問題など電磁波に関する調査・研究は進んでいるが、電磁波の健康への影響や次世代への影響についてはまだ不明なところが多く、今後の調査・研究が待たれるところである。ただ、テレビやパソコンから出来るだけ離れることは眼精疲労の防止にもなり、出来るだけこまめに電化製品のスイッチを切るとは省エネルギーにもなるので、是非、取り組んでいくことを薦める。

## 参 考 文 献

- 1) 不要電波問題協議会：携帯電話端末等の使用に関する調査報告書 (1998)
- 2) 静岡県電磁波技術プロジェクト：電磁波技術研究調査報告書 (1997)
- 3) 栃木県消費生活センター：電磁波防護グッズ (1998)
- 4) 通商産業省・資源エネルギー庁：電磁界影響に関する調査・検討 (1994)
- 5) 天笠啓祐：電磁波恐怖マニュアル (1996)

表1 家電製品の電磁波

No.	家電製品 (社名)	磁界強度 (mG)			電界強度 (V/m)		
		0m磁界	0.5m	1m	0m電界	0.5m	1m
1	パソコン (N社)	8.80	0.09	0.02	35	1.5	0.2
2	パソコン (S社)	2.80	0.07	0.02	220	0.7	0.1
3	パソコン (N社)	5.30	0.26	0.05	31	0.9	0.3
4	パソコン (F社)	3.40	0.07	0.02	7	0.1	0.1
5	パソコン (N社)	0.89	0.02	0.01	9	0.2	0.2
6	ノートパソコン	0.34	0.02	0.01	2	0.3	0.1
7	ワープロ (T社)	0.09	0.02	0.01	66	0.6	0.2
8	ワープロ (T社)	0.09	0.01	0.01	110	1.4	0.3
9	コピー機 (F社)	0.09	0.02	0.01	3	0.3	0.1
11	蛍光灯 (N社)	0.11	0.02	0.01	55	1.2	0.3
12	冷蔵庫 (T社)	0.01	0.01	0.01	3	0.2	0.1
13	冷蔵庫 (H社)	0.01	0.01	0.01	1	0.1	0.1
14	冷蔵庫 (H社)	0.01	0.01	0.01	31	6.5	1.7
15	冷蔵庫 (H社)	0.01	0.01	0.01	2	0.2	0.2
16	テレビ (S社)	8.80	6.20	1.30	80	2.3	0.3
17	テレビ (N社)	2.50	0.40	0.06	240	1.4	0.4
18	テレビ (M社)	5.10	0.40	0.07	53	3.8	0.6
19	テレビ (P社)	1.70	0.12	0.03	310	2.6	0.2
20	テレビ (S社)	14.0	1.10	0.30	130	1.6	0.4
21	テレビ (S社)	5.40	0.45	0.14	880	6.3	2.1
22	テレビ (H社)	1.10	0.25	0.06	250	10.3	1.7
23	レンジ (M社)	0.50	0.01	0.01	4	0.1	0.1
24	レンジ (M社)	0.30	0.01	0.01	1	0.1	0.1
25	レンジ (T社)	0.20	0.01	0.01	16	0.2	0.1
26	レンジ (H社)	0.04	0.01	0.01	3	0.2	0.1
27	レンジ (H社)	0.12	0.01	0.01	16	0.5	0.2
28	洗濯機 (N社)	0.02	0.01	0.01	4	0.2	0.1
29	洗濯機 (N社)	0.03	0.01	0.01	1	0.1	0.1
30	洗濯機 (H社)	0.06	0.01	0.01	23	1.9	0.4
31	洗濯機 (H社)	0.14	0.02	0.01	6	0.4	0.1
32	乾燥機 (N社)	0.02	0.01	0.01	4	0.2	0.1
33	掃除機 (M社)	0.80	0.02	0.01	35	0.4	0.3
34	掃除機 (T社)	1.00	0.04	0.03	30	0.1	0.1
35	掃除機 (H社)	0.70	0.02	0.01	14	0.5	0.2
36	炊飯器 (J社)	0.02	0.01	0.01	1	0.1	0.1
37	炊飯器 (J社)	0.02	0.01	0.01	1	0.1	0.1
38	ポット (T社)	0.01	0.01	0.01	3	0.2	0.2
39	ポット (J社)	0.03	0.01	0.01	1	0.1	0.1
40	トースタ (N社)	0.02	0.01	0.01	2	0.1	0.1
41	トースタ (T社)	0.02	0.01	0.01	1	0.1	0.1
42	トースタ (H社)	0.10	0.01	0.01	2	0.4	0.1
43	コーヒーマーカ	0.01	0.01	0.01	1	0.1	0.1
44	エアコン (S社)	0.03	0.02	0.01	1	0.1	0.1
45	ファンヒーター (S社)	0.04	0.01	0.01	2	0.1	0.1
46	ファンヒーター (M社)	0.13	0.02	0.01	5	0.1	0.1
47	ファンヒーター (S社)	0.12	0.01	0.01	2	0.2	0.1
48	オイルヒーター (A社)	0.01	0.01	0.01	4	0.5	0.1
49	こたつ (H社)	0.50	0.01	0.01	1	0.2	0.1
50	便座ヒーター (E社)	0.01	0.01	0.01	1	0.1	0.1
51	カミソリ (B社)	0.40	0.02	0.01	1	0.6	0.1
52	カミソリ (H社)	0.48	0.01	0.01	1	0.2	0.1
53	ドライヤー (A社)	2.20	0.02	0.01	17	0.1	0.1
54	ドライヤー (H社)	0.32	0.02	0.01	19	0.6	0.2
55	アイロン (N社)	0.01	0.01	0.01	1	0.1	0.1
56	ビデオ (M社)	0.03	0.01	0.01	3	0.1	0.1
57	ビデオ (M社)	0.01	0.01	0.01	2	0.2	0.1
58	ラジカセ (A社)	0.01	0.01	0.01	1	0.1	0.1
59	ラジカセ (S社)	0.01	0.01	0.01	2	0.5	0.1
60	オーディオ (S社)	0.01	0.01	0.01	1	0.1	0.1
61	オーディオ (Y社)	0.01	0.01	0.01	3	0.1	0.1
62	FAX 電話 (N)	0.01	0.01	0.01	2	0.1	0.1
63	電話子機 (N社)	1.00	0.02	0.02	277	1.1	0.2
64	カーペット (T社)	0.04	0.01	0.01	1	0.1	0.1
65	空気清浄機 (D)	0.20	0.01	0.01	30	1.2	0.1

参考

- ・郵政省の電気通信技術審議会の答申によると、一般家庭に適用される安全基準(推奨値)として、電場が44V/m、磁場が0.12A/m=1.5mGという数値が示されている。
- ・WTO(世界保健機構)の見解では、「5000mG以下では、いかなる生物学的影響も認められない」
- ・通産省の技術基準では、3000V/m以下の電界強度では人間に及ぼす影響はないとされている。
- ・VDI(パソコンなどで使う画面のこと)についての電磁波規制でスウェーデンでは、画面から50%で0.25mGという規制があります。
- ・医用電気機器への電波の影響を防止するための携帯電話端末等使用に関する調査報告書(郵政省 不要電波問題対策協議会)によれば、医用電気機器への電磁干渉領域を3V/mとしている。また、植え込み型心臓ペースメーカー装着者に対し、携帯電話端末をペースメーカー装着部より22%以上離すこととしている。

表2 生活環境の電磁波

No.	生活環境	磁界		電界		備考
		強度 (mG)	電界強度 (V/m)	強度 (mG)	電界強度 (V/m)	
1	小学校 校庭	0.01	0.1			
2	病院 待合室	0.01	0.1			
3	車の多い国道横	0.01	0.1			
4	スーパー (S)	0.01~0.03	0.1~1.7			冷蔵庫付近高い
5	スーパー (K)	0.01~0.02	0.1~0.2			
6	百貨店 (I)	0.01~3.3	0.1~15			入口、階段、高い
7	大型郊外店 (E)	0.01~0.03	-			照明売場付近高い
8	大型郊外店 (S)	0.01~3.2	-			テレビ売場高い
9	ゲームセンター	0.25~0.8	1.4~4.8			通路での測定
10	パチンコ店 (I)	0.01~0.8	0.1~4			
11	エレベーター	0.01	0.1			
12	車の運転席	0.01	0.1			
13	送電線の下	0.01	0.1			変電所付近も同じ

表3 電磁波防護用品のシールド効果

No.	電磁波防護用品	電解カット率	磁界カット率
1	エプロン (H)	90%	90%
2	エプロン (H)	99%以上	99%
3	エプロン (S)	95%	90%
4	エプロン (K)	99%以上	99%
5	エプロン (K)	99%以上	99%以上
6	スーツ (H)	90%	90%
7	スーツ生地 (A)	95%	95%
8	スクリーン (S)	0%	0%
9	スクリーン (E)	0%	0%
10	スクリーン (S)	0%	0%
11	防止器 (S)	0%	0%
12	防止器 (W)	0%	0%

表4 電磁波防護用品実用試験

No.	グッズ	磁界強度 (mG), 電界強度 (V/m)					
		磁界 着用 無	磁界 着用 有	磁界 カット率	電界 着用 無	電界 着用 有	電界 カット率
1	エプロン (H)	0.097	0.088	10.0%	2.30	0.34	85.2%
2	エプロン (H)	0.128	0.122	4.3%	1.60	0.24	85.0%
3	エプロン (S)	0.095	0.092	3.2%	1.12	0.27	75.9%
4	エプロン (K)	0.096	0.086	10.4%	1.51	0.16	89.4%
5	エプロン (K)	0.092	0.081	12.0%	11.70	0.70	94.0%
6	スーツ (H)	0.098	0.089	9.2%	0.98	0.12	87.7%
7	スーツ生地(A)	0.094	0.091	3.3%	1.95	0.12	93.8%
8	スクリーン(S)	0.171	0.171	0.0%	0.55	0.55	0.0%
9	スクリーン(E)	0.250	0.248	0.8%	2.20	2.05	6.8%
10	スクリーン(S)	0.280	0.280	0.0%	2.68	2.20	17.9%
11	防止器 (S)	0.258	0.258	0.0%	10.58	10.58	0.0%
12	防止器 (W)	0.270	0.270	0.0%	71.0	71.0	0.0%





## スプレー式ヘアカラーに関する調査・研究

医薬品生活部 生活科学スタッフ 中村和光, 影山知子, 菅野尚子  
山口善三郎, 永野隆夫

Study on Practical Use of Hair-Dyeing Liquid in Spray Type

Kazumitu NAKAMURA, Tomoko KAGEYAMA, Naoko KANNO,  
Zenzaburo YAMAGUCHI and Takao NAGANO

新しく発売されたスプレー式ヘアカラーを中心に、染毛力及び退色等の試験を行った。染毛力は、従来の2液混合型ヘアカラーが強く、ヘアマニキュア、スプレー式ヘアカラーの順であった。退色についても、従来の2液混合型が一番退色しにくく、ヘアマニキュア、スプレー式ヘアカラーの順であった。スプレー式ヘアマニキュアに比べるとスプレー式ヘアカラーは液だれしにくく、泡もちがよかった。アンケートの結果、約半数の人がパッチテストをしておらず、パッチテストの重要性を消費者に強く伝える必要がある。

Key words: ヘアカラー, ヘアフォーム, ヘアマニキュア, 退色  
Hair color, Hair form, Hair manicure, Discolor

### はじめに

最近、家庭で髪の毛を染める人が増えている。従来の白髪染めだけでなく、若年齢層のおしゃれ染めなど新たな需要が増えたことも大きな要因になっている。また、需要の増大とともに新製品も多く出てきている。

こうしたヘアカラーリング剤には、永久染毛剤（ヘアカラー）、脱色剤（ヘアブリーチ）、半永久染毛料（ヘアマニキュア）、一時染毛料（ヘアカラーズプレー）などいくつかの種類があり、5～6年前に発売されたヘアカラーリンスも半永久染毛料の一種である。

こうした中、昨年あたりから2液混合型のスプレー式ヘアカラーが発売され始めた。スプレー式は取り扱いが簡単であり、何回でも使えることから経済的である。従来のヘアカラーには液状のものとジェル状のものがあるが、混合する手間や一度混合したら残った液は使えないなど不便で不経済な面があり、消費者が敬遠する一因に

なっている。

そこで今回、手軽で便利なスプレー式ヘアカラーを中心にテストを行った。

### 調査方法

#### 1 実施時期

1998年9月～1999年2月

#### 2 試買品目

静岡市内の薬局等で販売されているヘアカラーリング剤15検体を購入した。このうち、「スプレー式ヘアカラー」は4検体(No.1～4)「スプレー式ヘアマニキュア」(No.9～10)は2検体、「従来型ヘアカラー」(No.5～8)は4検体、「従来型ヘアマニキュア」(No.11～14)は4検体、「ヘアブリーチ」(No.15)は1検体。試買商品一覧を表1に示す。

### 調査項目及び方法

#### 1 染毛試験

人毛を用い、染まり具合をビデオマイクロスコープ(オリンパスOVM-1000NM)で観察、分光測色計(ミノルタCM-2002)で色差を測定した。

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

表1 試買商品表示一覧表

No.	毛染め剤の種類	LPG等の使用	混合液に関する注意事項			破裂に関する注意事項			皮膚試験	
			箱	説明書	容器	箱	説明書	容器	箱	説明書
1	ヘアカラー	LPG使用	○	◎	○	○	○	◎	○	◎
2	ヘアカラー	LPG使用	○	◎	○	○	○	◎	○	◎
3	ヘアカラー	LPG使用	○	◎	○	○	○	◎	○	◎
4	ヘアカラー	LPG使用	○	◎	○	○	○	◎	○	◎
5	ヘアカラー	液体	○	◎	○	×	○	×	○	◎
6	ヘアカラー	液体	○	◎	○	×	○	×	○	◎
7	ヘアカラー	液体	○	◎	○	×	○	×	○	◎
8	ヘアカラー	ジェル	○	◎	○	×	○	×	○	◎
9	ヘアマニキュア	LPG使用	○	◎	○	○	○	◎	×	○
10	ヘアマニキュア	LPG使用	○	◎	○	○	○	◎	×	○
11	ヘアマニキュア	液体	○	◎	○	×	○	×	○	◎
12	ヘアマニキュア	液体	○	◎	○	○	○	×	○	◎
13	ヘアマニキュア	ジェル	○	◎	○	×	○	×	×	○
14	ヘアマニキュア	ジェル	○	◎	○	×	○	×	○	○
15	ヘアブリーチ	液体	○	◎	○	×	×	×	○	◎

○：表示あり ◎：強調表示 ×：表示なし

## 2 使用テスト

モニター（当所職員並びに家族8名）に依頼し、行った。その際、使用感についての評価と感想を所定の用紙に記入してもらった。

## 3 耐光試験

人毛を、従来型ヘアカラー、ヘアマニキュア、スプレー式ヘアカラーで染めた後、耐光試験機（島津サンテスターXF-180CPS）で紫外線を50時間照射し、退色を測定した。また、自然光のもとで2週間放置し、その退色を測定した。

## 4 液だれテスト

スプレー式ヘアカラー及びスプレー式ヘアマニキュアをワンプッシュし、その泡が消えて液体になる時間を測定した。

## 5 アンケート調査

静岡県消費生活モニター（200名）を対象に行った。

## 結果及び考察

### 1 染毛試験

No.5のヘアカラー、No.11のヘアマニキュア、No.1のスプレー式ヘアカラー（図表においては、ヘアフォームと記す）を用いて人毛を染めた後、分光測色計（ミノルタC-2002）を用いて変退色評価値を求めた。

結果を表2に示す。変退色評価値（NC#）は、元の色に対しどれくらい変化したかを評価する値で、数値が小さいほど元の色から変化したことを表す。つまり、変退色評価値の一番小さいヘアカラーが最も染毛力が強いことを示す。次に、ヘアマニキュアと続き、ヘアフォーム

表2 変退色評価値でみる染毛力

No.	ヘアカラーリング剤の種類	染める髪の種類	変退色評価値
1	ヘアカラー	黒髪	3.77 (n=1)
2	ヘアカラー	脱色した髪	3.55 (n=2)
3	ヘアマニキュア	黒髪	4.03 (n=1)
4	ヘアマニキュア	脱色した髪	3.82 (n=2)
5	ヘアフォーム	黒髪	4.51 (n=1)
6	ヘアフォーム	脱色した髪	4.10 (n=2)

\* [注] n=2での評価値は平均値

が一番染毛力が弱いという結果であった。

### 2 使用テスト

モニターにスプレー式ヘアカラーを使ってもらい、従来の2液混合型（液、ジェル）と比較評価した結果を表3に示す。使ってみて気になったことという質問に対し、泡がいつまでも残り、髪になじまないが3人、LPGガスの匂いが気になるが4人、泡の為、知らない間に飛んで皮膚や服が汚れるが2人、指定した時間では、よく染まらないが2人、その他、専用ブラシでは泡を塗りにくい、シャンプーする度に色落ちするなどの意見があった。

このことから、使いやすく経済的で良いが、染まり具合は弱いというモニターの感想であった。

### 3 耐光試験

耐光試験の結果を表4に示す。染毛試験同様、人毛をヘアカラー、ヘアマニキュア、ヘアフォームで染めた後分光測色計で測定し、耐光試験機で50時間照射並びに2週間屋外に自然放置した後測定して変退色評価値を求めた。

変退色評価値は、ヘアカラー>ヘアマニキュア>ヘア

フォームの順で、ヘアカラーが一番退色が小さいことを示しており、以下ヘアマニキュア、ヘアフォームの順であった。

#### 4 液だれテスト

ヘアマニキュア、ヘアフォームをワンプッシュし、その泡がどれくらいで消えるかを試験したところ、ヘアマニキュアは約10秒で液体に変わったが、ヘアフォームは30分後5cmの高さの泡が4cmに変わっただけで泡は消えなかった。

表3 スプレー式ヘアカラーを使ってみて

質 問	評 価		
今までの2液混合型と比べて使いやすいですか	はい 5人	いいえ 1人	
染まり具合はどうですか	少し染まりが弱い 5人	よく染まらない 2人	
どれくらいで染め直す必要を感じますか	1週間 1人	3週間 1人	1ヶ月 4人
使ってみていいと思っただけですか？	経済的 5人	簡単 5人	染める時間が短い 1人

表4 耐光試験

No.	ヘアカラーリング剤の種類	耐光試験方法	変退色評価値
1	ヘアカラー	耐光試験機50時間照射	4.65 (n=2)
2	ヘアカラー	自然退色2週間	4.96 (n=1)
3	ヘアマニキュア	耐光試験機50時間照射	4.35 (n=2)
4	ヘアマニキュア	自然退色2週間	3.51 (n=1)
5	ヘアフォーム	耐光試験機50時間照射	3.52 (n=2)
6	ヘアフォーム	自然退色2週間	3.33 (n=1)

\* (注) n = 2での評価値は平均値

この結果、ヘアフォームはヘアマニキュアより泡もちがよく、液だれしないことが分かった。しかし、一昼夜放置しても泡が消えないことから、泡もちがよく液だれはしないが泡もちが良過ぎて逆に髪にすぐに馴染まず、結果として染毛力が弱くなる一因になっている。

#### 5 アンケート調査結果

##### 1) 対象

静岡県消費者モニター200人を対象に行い、198人から回答を得た。(回収率92.5%) そのうち男性は19人(10.3%)、女性は166人(89.7%)であった。年齢構成は20代が24人(13.0%)、30代が62人(33.5%)、40代が35人(18.9%)、50代が28人(15.1%)、60代以上が36人(19.5%)であった。

##### 2) ヘアカラー一般について

あなたはヘアカラーという言葉を知っているかという質問に、「はい」と答えた人が184人(99.5%)、

「いいえ」と答えた人が1人(0.5%)で、ほとんどの人がヘアカラーという言葉を知っていた。また、はいと答えた人は何(どこ)で知りましたかという質問に、「テレビで知った」と答えた人が110人(59.5%)、「美容院・理髪店で」が90人(48.6%)、「新聞・雑誌で」が79人(42.7%)、「薬局で」が50人(27.0%)、「スーパー等」が41人(22.2%)、「その他」が12人(6.4%)であった。(複数回答有)

##### 3) 使用状況

あなたは自宅でヘアカラーを使ったことがありますかという質問に、「はい」と答えた人が112人(60.5%)、「いいえ」が73人(39.5%)であった。

このことから、約6割の人が自宅でヘアカラーを使ったことがあることが分かった。はいと答えた方のうち、自宅で使ってみてどうでしたかという質問に、「簡単で便利」と答えた人は37人(30.8%)、「手などが染まる」が31人(25.8%)、「思った色に染まらない」が20人(16.7%)、「便利だがもったいない」が17人(14.2%)、「パッチテストがめんどろ」が9人(7.5%)、「使いづらい」が5人(4.2%)、「その他」が6人(5.0%)という回答であった。

また、ヘアカラーを使う時にパッチテストをしますかという質問に、「したことがない」と答えた人が36人(49.3%)、「最初だけした」が35人(47.9%)、「毎回する」が2人(1.1%)という回答であった。

このことから、約半数の人がパッチテストをしておらず、パッチテストの必要性についてはまだまだ十分に知られていないことも分かった。

かぶれなどの皮膚障害の経験がありますかという質問に対しては、「いいえ」と答えた人が66人(90.4%)、「はい」が5人(6.8%)、「その他」が2人(2.7%)という回答であった。

##### 4) ヘアカラーを選ぶ基準

何を基準にヘアカラーを選びますかという質問に、「値段で」と答えた人が41人(36.3%)、「使い勝手を基準に」が38人(33.6%)、「染まり具合」が25人(22.1%)、「ブランド」が19人(16.8%)、「染まる時間の長さ」が8人(7.1%)、「その他」が11人(9.7%)という回答であった。(複数回答有)

いいえと答えた方のうち、使わない理由は何ですかという質問に、「髪を染める必要がないから」と答えた人が72人(39.5%)、「髪の色が傷むから」が38人(20.5%)、「めんどろくさい」が22人(11.9%)、「手など汚れそうで嫌」が17人(9.2%)、「皮膚アレルギーが心配」が13人(7.0%)、「使い方がよく分からない」が4人(2.2%)、「その他」が20人(10.6%)という回答であった。(複

数回答有)

5) ヘアカラー、ヘアマニキュアなどの違い

あなたは、ヘアカラー、ヘアマニキュア、カラーリンス、カラスプレーの違いを知っていますかという質問に、「すべて知っている」と答えた人が64人(34.6%)、「いくつかの違いは分かる」が74人(40.0%)、「全く知らない」が44人(23.8%)という回答であった。

また、最近新しくスプレー式の2液混合型ヘアカラーが出ましたが知っていますかという質問に、「はい」と答えた人が49人(26.9%)、「いいえ」が133人(73.1%)という回答であった。

はいと答えた方のうち、何(どこ)で知りましたかという質問に、「テレビで」と答えた人が34人(53.1%)、「新聞・雑誌で」が11人(17.2%)、「スーパー等で」が7人(10.9%)、「薬局で」が7人(10.9%)、「美容院・理髪店で」が5人(7.8%)という回答であった。

このことから、スプレー式2液混合型ヘアカラーについては7割以上の人知らないなど、まだ十分に情報が伝わっていないことが分かった。

6) スプレー式ヘアカラーの印象

スプレー式ヘアカラーを知っている人に、スプレー式ヘアカラーにどのような印象を持っていますかと質問したところ、「便利そうなので使ってみたい」と答えた人が14人(19.2%)、「使ってみてみたいが均一に染まるか不安」が14人(19.2%)、「染めが長持ちしない気がする」が11人(15.1%)、「スプレーはLPGの匂いがあるので使いたくない」が8人(10.9%)、「必要量だけ使えるので是非使いたい」が5人(6.8%)、「その他」が16人(21.9%)、「よく分からない」が5人(6.8%)という回答であった。(複数回答有)

このことから、便利そうで使ってみたいという意見よりも、従来型のように染まるか不安・染めが長持ちしないのではといった意見が多いことが分かった。また、すでにスプレー式ヘアカラーを使ったことのある人9人に質問したところ、「簡単で便利」と答えた人が5人(33.3%)、「使いたい量だけ使えるので経済的」が5人(33.3%)、「気をつけていても手などが染まる(泡が飛び散る)」が4人(26.7%)、「その他」が1人(6.7%)

という回答であった。(複数回答有)

7) 欲しい情報

あなたはスプレー式2液混合型ヘアスプレーのどのような情報を欲しいと思っていますかという質問に、「安全性について」と答えた人が120人(64.9%)、「染まり具合について」が77人(41.6%)、「スプレー式ヘアマニキュアとの違いについて」が65人(35.1%)、「最後まで使い切れるかどうかについて」が36人(19.1%)、「その他」が15人(8.1%)という回答であった。(複数回答有)

## ま と め

今回の結果から、以下のことが分かった。

- 1 染毛力の強さはヘアカラー>ヘアマニキュア>スプレー式ヘアカラーの順であり、スプレー式ヘアカラーは、従来型より染毛力が劣っていることが分かった。また、モニターによる使用テストにおいても、同様に、簡単で経済的だが、染まり具合が弱という感想であった。
- 2 耐光試験の結果、ヘアカラー>ヘアマニキュア>スプレー式ヘアカラーの順で退色しづらく、スプレー式ヘアカラーが一番退色しやすいことがわかった。
- 3 液だれテストの結果、ヘアマニキュアに比べスプレー式ヘアカラーの方が液だれしにくいことが分かった。しかし、泡もちが良すぎて髪に馴染みにくく、結果として染毛力が弱くなっている。
- 4 スプレー式は簡単・便利であり、また必要量だけ使い、再使用できるという意味では経済的であり、部分染めなどには最適である。今後、スプレー式2液混合型ヘアカラーが従来型ヘアカラーやスプレー式1液ヘアマニキュアと同等以上に染毛力が向上し、染めが長続きするような製品が開発されてくれば、使い方がめんどくさいという理由で敬遠していた人達も使用していくと思われる。

また、説明書にはパッチテストの必要性・やり方が書かれているが、依然半数近くの人が行っておらず、パッチテストの必要性を今後とも消費者に強く伝えていくことが大事である。

## 強調表示を標榜する卓上甘味料に関する調査・研究

医薬品生活部 生活科学スタッフ 影山知子, 中村和光, 山口善三郎  
永野隆夫

Study on Table Sugar with Indication of the Ingredient on the Wrapping

Tomoko KAGEYAMA, Kazumitsu NAKAMURA, Zenzaburo YAMAGUCHI  
and Takao NAGANO

低カロリーなどの機能を標榜して販売されている卓上甘味料の内容成分等の調査を行った。内容成分の分析の結果、これらの卓上甘味料には高甘味度の甘味料を添加することで使用量を少量に抑えるもの、糖アルコールを主成分とすることで全体のカロリーを抑えるもの、オリゴ糖を使うことでおなかの調子を整える機能を付加したものと及びミネラルを添加したものがあつた。糖アルコールやオリゴ糖には緩下作用があるものもあるが、今回調査した製品を標準的な使用量で使用する上では、特に問題はないと判断された。また、高甘味度の甘味料を使用したものは、食味テストの結果、あまり甘さを感じない人もあり、実際には使用量が減らずカロリー減の効果が現れないことも考えられた。さらに、製品によっては味に「くせ」を感じる人もいた。これらから、砂糖を使用した通常の卓上甘味料をこれらの製品にかえても必ずしも標榜した機能が発揮されない場合もあることや、味の面から従来品と差異を感じやすいこともあると考えられた。このため、これら卓上甘味料の使用に当たっては、表示などから商品の特性を理解した上で使用する必要があると判断される。

Key words : 卓上甘味料  
Table sugar

### はじめに

最近、健康への関心の高さを反映して、様々な機能を標榜して販売されている食品が増えている。コーヒーや紅茶に入れる卓上用甘味料もその一つであり、従来のグラニュー糖（砂糖）やガムシロップだけでなく、糖アルコールなどを使用した低カロリーの製品やオリゴ糖を使用しておなかの調子を整える製品なども販売されている。

そこで、これらの甘味料がどのような原料から出来ているかを分析し、従来品との相違点について消費者に情報提供を行うことを目的として調査を実施した。

### 調査方法

#### 1 実施時期

1998年9月～1999年1月

#### 2 試買品目

静岡市内のスーパーやデパート等で販売されていた卓上用甘味料17検体を購入した（表1）。

なお、製品によって包装単位が違うので、比較のため、参考品（粉末などの固形物はNo.16, シロップ状のものはNo.17）1袋の量（No.16は6g, No.17は13g）を「1回使用量」とし、その他の検体は、製品の表示から参考品と同じ甘さが得られる量を1回使用量とした。例えば表示において「砂糖の2倍の甘さに調整」と記載されている場合1回使用量は3g、「1本1.6gで6gの砂糖と同じ甘さ」と記載されている場合1回使用量は1.6gとした。特に甘さに関しての表示がない場合は参考品と同じ量とした。それぞれの検体の1回使用量は表1に記載した。

表1 検体一覧表

No.	原材料 (除く香料, 着色料)	内容量	購入価格 (円)	100g当 りの価格 (円)	1回 使用量 (g)	1回使用 量当 たりの 価格 (円)	商品の特徴として表示されている事項
1	エリスリトール アスパルテーム	1.8g× 30本	478	885	2.2	20	さわやかで自然の甘さ, カロリーゼロ, 糖分ゼロ
2	アスパルテーム 還元麦芽糖水飴	100g	488	488	1.5	7	砂糖と同じ甘さでカロリー1/8, シュガー レス, 血糖値に影響なし, 虫歯の原因に ならない
3	砂糖 アスパルテーム	1.7g× 50本	248	292	2.0	6	体にやさしい, 砂糖のおいしさそのまま カロリー1/3
4	グラニュー糖 トレハロース	3.8g× 25本	128	171	6	10	トレハロースの説明 (生命の糖, 砂糖の 半分の甘さ, 等)
5	キシリトール アスパルテーム	1.6g× 30本	388	808	1.6	13	1本あたり4.8kcalで6gの砂糖(24 kcal)と同じ甘さ
6	キシリトール エリスリトール	150g	498	332	6	20	シュガーレススイート, カロリーは1/3, 歯の健康に心がけている人に砂糖に代わ る甘味料として
7	粉末還元麦芽糖水飴	10g× 24包	700	292	6	18	病者用食品, 低カロリー甘味料, 血糖値 を上げる原因にならない, インシュリン 分泌刺激しない, 太る原因にならない, お口にやさしく歯の健康を守る
8	D-ソルビトール, サッカリン ナトリウム, グリチルリチン	400g	750	188	3	6	栄養成分(糖質)調整用甘味料
9	エリスリトール ラカンカエキス	330g	900	273	7.5	21	病者用食品, ノンカロリー甘味食品, 肥 満症や糖尿病などでカロリー摂取制限を 必要とする方に適した食品, 甘さは砂糖 の80%
10	中白糖, 炭酸カルシウ ム, CCP	750g	284	38	6	2	大きさ1杯に50mgのカルシウム
11	砂糖(含みつ糖)	750g	248	33	6	2	黒砂糖に多いといわれるカリウムを豊富 に含む
12	還元麦芽糖水飴 サッカリンナトリウム	500g	880	176	6.5	11	病者用食品, 低カロリー甘味料, 虫歯の 原因にならず血糖値を上げない性質
13	エリスリトール, ラカンカ エキス, ステビアエキス, キサンタンガム	10g× 10個	258	258	13	34	病者用食品, カロリー摂取制限を必要と する方に適した甘味料
14	乳果オリゴ糖	300g	488	163	13	21	特定保健用食品, ビフィズス菌を増やす, カロリーは砂糖の1/3
15	フラクトオリゴ糖シロ ップ, 乳酸ナトリウム, アス コルビン酸ナトリウム, 乳 酸, アスコルビン酸	15g× 30本	1500	333	13	43	特定保健用食品, ビフィズス菌を増やし おなかの調子良好, カロリーは砂糖の 27%減
16	グラニュー糖	6g× 100本	288	48	6	3	(参考品)
17	果糖ブドウ糖液糖 ステビア	13g× 24個	298	96	13	10	(参考品)

3 テスト項目

1) 内容成分量

① 糖類および糖アルコールの分析

栄養表示基準別表第1第3欄に定める方法に準じHPLC法により行った。

② アスパルテームおよびサッカリンナトリウムの分析

「衛生試験法・注解(1990) 追補(1995)」(日本薬学会編)に準じて行った。

2) エネルギー量の算出

エリスリトール: 0 kcal/g, オリゴ糖類, マルクトール(粉末還元麦芽糖水飴): 2 kcal/g, キシリトール, ソルビトール: 3 kcal/gとして, これ以外を4 kcal/gとしてエネルギー量を算出した。

3) 溶解性

ホットコーヒーまたはアイスコーヒーに使用することを想定し, それぞれ, お湯(85°C) および水(8°C) 200 ml に溶解する時間を測定した。溶解量は表1に記載した1回使用量とした。スーパーテルで1秒当たり1回転の割合でかき混ぜながら溶解し, 完全に甘味料が見えなくなるまでの時間を測定した。

4) 食味テスト

モニター(当所職員7名)に各甘味料を試食してもらい, 甘さ, 味のくせ, 清涼感について参考品(No.16 および17)との比較を行った。

結果および考察

1 内容成分量

表2に内容成分量の検査結果を示した。なお, 表中の「表示内容量」とは, 各検体の原材料表示に記載されている各成分の内容量であり, 「表示糖質量」とは栄養表示基準に基づく栄養成分表示中の糖質量(その製品中の糖質の総量)である。また, 「表示糖質量に対する分析値の割合」とは「表示糖質量」に対する分析した糖質の分析値の合計の割合である。

栄養表示基準では, 原材料の内容量が記載されている場合, 糖質の場合その分析値との誤差は±20%以内とされている。No.12は表示量の80%以下であった。これは標準品として粉末還元麦芽糖水飴を用いて分析し, 粉末還元麦芽糖水飴の含有量として結果を出したが, 原材料の表示はこの粉末還元麦芽糖水飴を乾燥させる前の還元麦芽糖水飴として表示されているため, 水分含量の違いによる差が出たためである。また, No.14と15は原材料に記載されていない糖が検出されたが, これはそれぞれの原料である糖が混入したためである。

個々の成分の内容量表示がなかった製品のうち, 栄養表示基準に基づく栄養成分表示があったものは表示上の

表2 内容量分析結果

No	分析成分	表示内容量 (%)	分析値 (%)	表示量に対する分析値の割合 (%)	表示糖質量 (%)	表示糖質量に対する分析値の割合 (%)
1	エリスリトール	98.85	96.68	97.8	99.4	97.3
	アスパルテーム	0.95	0.97	102.1		
2	アスパルテーム	1.7	1.7	100	98.3	93.3
	粉末還元麦芽糖水飴	97.7	91.7	93.9		
3	砂糖	98.8	98.2	99.4	98.8	99.4
	アスパルテーム	1	0.98	98		
4	グラニュー糖		92.2		100	98.2
	トレハロース		6.01			
5	キシリトール		97.7		93.7	104.2
	アスパルテーム		1.54		5	
6	キシリトール	53	50.0	94.3		
	エリスリトール	47	47.9	101.9		
7	粉末還元麦芽糖水飴	100	95.4	95.4	99.5	95.9
8	D-ソルビトール	99.58	93.5	93.9	99	94.4
	サッカリンナトリウム	0.27	0.26	96.3		
9	エリスリトール	99.5	98.2	98.7	99.7	98.5
10	中白糖		97.2			
11	砂糖		91.3			
12	粉末還元麦芽糖水飴	99.45	56.0	56.3	74.8	75.3
	サッカリンナトリウム	0.55	0.54	98.2		
13	エリスリトール		17.4		17.2	101.2
14	乳果オリゴ糖	30.2	31.9	105.6	72	111.8
	乳糖		48.6			
15	GF2*	(オリゴ糖とし	16.9	(オリゴ糖とし	75.3	62.5
	GF3	て)	16.3	て)		
	GF4		0.099			
	ショ糖	37.3	13.8	89.3		
16	グラニュー糖	100	100.2	100.2		
17	果糖		38.2			
	ブドウ糖		28.2			

\*GF2:1-ケストース, GF3:ニストース, GF4:フルクトシルニストース  
フルクトオリゴ糖はGF2, GF3, GF4の混合物として計算

表3 エネルギー量

(単位: kcal)

No	表示値 (100g当たり)	分析値からの計算値 (100g当たり)	1回使用量当たりのエネルギー量	表示値に対する割合 (%)
1	0*	3.9	0	
2	208.3	190.2	2.9	91.3
3	400	397	8.1	99.3
4	400	393	24	98.3
5	300	299	4.8	99.7
6		150	9	
7	180	190.8	11.4	106
8	300	282	8.5	94
9	0	0	0	100
10	391	389	23.3	99.5
11	376	365.2	21.9	97.1
12	140			
13	0	0	0	100
14	230	258.2	33.6	112.3
15	218		29.0	
16	400	400.8	24**	100.2
17		265.6	26.6**	

\* 栄養表示基準では, 100g当たり5kcal未満ならば0と表示できる。

\*\*通常の砂糖1回使用量あたりのエネルギー量

糖質の含有量（表示糖質量）と比較した。No15 は栄養成分表示上の糖質の量として不足しているが、これはフラクトオリゴ糖製造時に反応副産物として原料のショ糖から生産されるブドウ糖および果糖を分析していないためと思われる。それ以外は問題となる製品はなかった。

今回調査した検体のうち低カロリーを謳った製品には、糖アルコールやオリゴ糖など難消化性の糖質が多く使われていた。これらは程度の差はあるが過剰に摂取すると便が緩む作用がある。一般的にソルビトールや還元麦芽糖水飴は最大無作用量が成人で0.2~0.3 g/kg 体重なので、体重 50 kg の人が一度に 10 g 程度摂取すると緩下作用が現れる場合がある。<sup>1)</sup>今回調査した製品は主にコーヒーなどに使用することが考えられるので、一度の摂取量は多くても 10 g 以下と仮定できる。よって、これらの製品単独で緩下作用が現れることは少ないと思われる。ただし、最近はこれらの糖質がチョコレート等の菓子類に使用されていることも多く<sup>2)</sup>、それらと組み合わせると摂取した場合は緩下作用が現れることもあり得ると思われる。また、子供はより少ない量で作用が現れやすい上に糖質を多く求める傾向があるので、最初に使用するときは様子を見ながら行うことが望ましい。

## 2 エネルギー量

内容成分量の分析結果からエネルギー量を算出した結果を表3に示した。また、エネルギー量が記載されているものは記載値と分析値との比較を行った。ただし、No12 とNo15 には、成分の糖質を製造するときの原料および反応副産物が混入しており、それらを定量していないため計算を行わなかった。結果、比較したものは全て栄養表示基準で定められた 20% 以内に収まっていた。

表2に示した内容成分の分析結果と併せて考えると、低カロリーを謳い文句として販売されていた製品は以下の2つのタイプに分類できた。すなわち、

- ①糖アルコールやオリゴ糖などの難消化性の糖質を主成分として製品全体のカロリーを下げている製品
- ②砂糖または難消化性の糖質に高甘味度の甘味料を添加することで1回の使用量を減らし結果的に低カロリーになる製品、である。

ここで、①にあたるのはNo6,7,9,13,14,15であり、②にあたるのがNo1,2,3,5,8,12である。②にあたる製品のうちカロリーゼロのエリスリトールを使用したNo1及び2 kcal の還元麦芽糖水飴を使用したNo2とNo12を除けば、100 g 当たりのカロリーはあまり標準品の砂糖と変わらない。このため、通常の砂糖と同じ感覚で使用すると低カロリーの意味合いがなくなるので、表示の使用量を確認して使用する必要がある。

表4 溶解時間

No.	湯 (秒)			水 (分秒)		
	1回目	2回目	平均	1回目	2回目	平均
1	<10	<10	<10			
2	<10	<10	<10			
3	12	11	11.5			
4	<10	<10	<10			
5	<10	<10	<10			
6	10	12	11			
7	12	14	13			
8	10	14	12			
9	<10	<10	<10			
10	<10	<10	<10			
11	23	16	19.5			
12	15	13	14	1'55	2'40	2'18
13	<10	<10	<10	1'53	1'22	1'38
14	18	15	16.5	1'58	1'45	1'52
15	12	13	12.5	2'03	2'10	2'07
16	<10	<10	<10			
17	10	12	11	1'06	1'27	1'17

## 3 溶解性

表4に溶解に要した時間を示した。

お湯で溶かした場合、どれも短時間で溶解し、コーヒーなどに使用するには特に問題はないと判断された。ただし、No10は内容成分のカルシウムが最後まで完全には溶けきらずに残り、紅茶などの薄い液体の飲み物に入れる場合、色が濁って見えるのでその点を踏まえた上で使用した方がよい。

次に、シロップ状の製品はアイスコーヒーなどの冷たい飲み物に入れることを想定して、水に対する溶解性を観察した。その結果、No12とNo15は参考品のNo17と比べて溶解するのに時間がかかった。特にNo12は入れ方によって容器に附着し、この附着物は溶けなくなってしまうことが認められた。この製品は他の製品より粘性が高く、また砂糖より甘味度が高いため、使用量が参考品の半量でよいタイプであるため、少量で均一に溶解する手立てをつくることが望ましい。

## 4 食味テスト

表5にモニターによる食味結果を示した。高甘味度のアスパルテームを使用した製品であるNo1,2,5を甘いと感じる人が多かった。しかし、同じアスパルテームを使用したNo3は、含有量がNo1よりも多いにもかかわらず、砂糖と変わらないと感じた人も多かった。これは、食べ慣れた砂糖にアスパルテームを混ぜた製品のため、砂糖との差を感じにくかった人が多いのではないかとと思われる。この製品は甘味度を高くすることで使用量を減らし低カロリーとなるような製品であるが、使用者の感覚によっては使用量が減らないことも考えられた。



表5 食味結果 (人)

No.	甘 味			味のくせ		清 涼 感	
	甘い	変わらない	甘くない	ある	ない	ある	ない
1	6	1	0	1	6	4	3
2	6	1	0	3	4	0	7
3	3	3	1	1	6	1	6
4	2	2	3	1	6	1	6
5	4	3	0	2	5	6	1
6	3	0	4	1	6	5	2
7	1	2	4	0	7	0	7
8	4	2	1	2	5	2	5
9	1	1	5	3	4	5	2
10	1	6	0	0	7	0	7
11	4	2	1	7	0	0	7
12	2	2	3	3	4	0	7
13	2	3	2	5	2	1	6
14	4	2	1	4	3	0	7
15	3	3	1	0	7	0	7

\*それぞれの項目は参考品(No.16, No.17)を基準にして比較した感想である。

味のくせは、モニターによって評価が分かれたが、No.11は全員が味に癖があると評価した。この製品はきび砂糖が原料になっており、黒砂糖のように感じた人が多かった。また、「ラカンカ」を加えて、甘味を増しているNo.13も比較的「くせ」を感じた人が多かった。使用する食品によってはこれらの「くせ」が食品の味に影響することも考えられる。最近多く市販されている糖アルコールに関しては個人差はあるものの、あまりくせは感じないようであった。

清涼感はキシリトールを使用したNo.5とNo.6に感じる人が多かった。これも使用する食品によっては食品の味に影響することも考えられる。

その他、自由記述で感想を聞いたところ、サッカリンナトリウムを含むNo.8, 12に苦みを感じる人が多く、また、アスパルテームを含むNo.1, 2, 3で甘みにくどさを感じる人が多かった。同じアスパルテームを使用した

No.5ではこのような感想がないことから、同じ甘味料でも組み合わせによって味の「くせ」が感じにくく使いやすくなっている製品もあることが分かった。

### ま と め

- 1 低カロリーなどの機能を標榜した卓上甘味料の内容成分を調べたところ、高甘味度の甘味料を添加することで使用量を少量に抑えるもの、糖アルコールを主成分とすることで全体のカロリーを抑えるもの、オリゴ糖を使うことでおなかの調子を整える機能を付加したもの、ミネラルを添加したものがあつた。
- 2 糖アルコールやオリゴ糖には緩下作用を有するものがあるが、卓上甘味料として使用する上では特に問題になると思われる製品はなかつた。ただし、これらの甘味料は菓子類にも使用されていることが多いため、そのような製品と一緒に摂取する場合は注意が必要である。
- 3 低カロリーを標榜した製品の中には、甘みを強くして使用量を減らすことでカロリーを減らす製品がある。これらは食味テストの結果、あまり甘みを強く感じない人もいたので、表示などから使用量を注意しないと実際には低カロリーにならない可能性もある。
- 4 砂糖に比べて、味に癖があるものが多く、これらは甘味料同士の組み合わせによつても変わるので、使用に当たっては表示などから製品の特徴をよく把握する必要がある。

### 文 献

- 1) 浜田晃他：エリスリトールの近況，ジャパンフードサイエンス，11，58-64 (1998)
- 2) 国民生活センター：シュガーレスおよび砂糖不使用をうたつた食品の商品テスト結果 (1998)

## 環境にやさしい台所用品に関する調査・研究

医薬品生活部 生活科学スタッフ 山口善三郎, 影山知子, 中村和光  
永野隆夫

Study on Kitchen Utensil Gentle to an Environment

Zenzaburo YAMAGUCHI, Tomoko KAGEYAMA, Kazumitsu NAKAMURA  
and Takao NAGANO

洗剤を使わず汚れが落ちるとして市販されているタワシ類及び手作りのアクリルタワシについて、洗浄力、洗浄方法、細菌汚染度及び消毒方法に関するテストを行った。洗浄力テストの結果、これらのタワシ類のほとんどが洗剤を使用しなくても油汚れを落とす力が強いことがわかったが、使用回数が増すにつれてその洗浄力は低下していった。しかし、油汚れを洗浄前に紙で拭き取ることにより洗浄力の低下が防げ、普通のスポンジタワシでも洗剤なしで汚れを落とせることが明らかとなった。毛糸を素材にしたタワシ類は他の素材のものに比べて乾燥速度が遅かったが、乾燥速度と細菌汚染度との関連性は見られなかった。消毒方法の違いによって洗浄力が影響されることはなかったが、縮みや弾力性の低下など使用感の低下等を防止するためには、表示に従った適切な取扱いが大切と思われる。

Key words : タワシ, 洗浄力, 消毒, 生菌数

Scrub brush, Wash capacity, Disinfection, Viable count

### はじめに

最近、環境にやさしい商品として、洗剤なしで油汚れが取れるといううたい文句で数多くのスポンジ類が市販されている。またアクリル毛糸を使った手作りのタワシが主婦の間で流行している。しかし、これらの製品の使い勝手や洗浄能力等に関する資料は少ない。

そこで今回、洗剤不用のタワシ類をテーマにとりあげ、消費者に対するアンケート調査を行うとともに、その洗浄能力などについてのテストを実施した。

### 調査方法

#### 1 実施時期

1998年12月～1999年3月

静岡県環境衛生科学研究所  
(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)  
Shizuoka Institute of Environment and Hygiene  
(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

#### 2 テスト対象品目

静岡及び焼津市内のスーパーやディスカウントショップで「洗剤不用」のうたい文句で販売されているタワシ類6検体、アクリル毛糸を使った自家製タワシ1検体及び通常のスポンジタワシ1検体の合計8検体(表1)についてテストを行った。

#### 3 テスト項目及び方法

##### 1) 洗浄力の比較

固形カレールー20gを熱湯100mlで加熱溶解する。この1.5gを陶器製の皿(径16cm, 高さ2.5cm)に均一に広げ、室温(20度)に30分放置した後、水道水を流しながら洗剤を使わず洗浄する。この操作を繰り返し、何枚の皿が洗浄できるかを調べた(検体No.1～7)。次に油汚れが洗浄できなくなった時点で、タワシ類に付着した油汚れを標準使用濃度(1.5ml→1L)に希釈した台所用中性洗剤300mlで十分に洗い落としたのち、同様の洗浄力テストを合計4回繰り返した。油分が洗浄できたかどうかの判別は、皿に0.1%クルクミンエタノール溶液を噴霧し、10～15秒間放置染

表1 銘柄一覧表

No.	購入価格 (円)	材 質	サイズ (cm)	表示されている商品の特徴
1	348	ウレタンフォーム 綿100% ゴムラテックス混合体	8.5×16×1.9	エポクリン加工により洗剤を使わずに汚れを落とす 耐熱温度 80 度
2	480	アクリル 100%	15×20	水だけで食器の汚れや茶シブが落ちる。抗菌・防臭加工。 煮沸消毒はお避けください (繊維の特性がこわれる)
3	1,000	絹 100%	11×27 (3 枚入)	洗剤なしでも食器がきれいに洗える。清潔さを保つため時々煮沸消毒してください
4	398	ポリエステル	9.0φ	洗剤いらず。何本ものより合わせたエステル繊維の剛性と繊維の特殊断面形状の側面エッジにより水だけで汚れを落とす
5	228	ポリエステル100%クロス, ポリウレタンフォーム, ポリエステル100%ネット	14×8.5	水をつけて拭くだけで汚れを落とす 塩素系漂白剤の使用は禁止
6	—	アクリル毛糸 100%	11.5φ	自家製タワシ。極太毛糸使用。コマ編み
7	138	BS エステルスポンジ	7.5×11×3.7	通常のスポンジタワシ。耐熱温度 90 度
8	350	アクリル 90% PP 10%	19×15 (2 枚入)	水だけでも食器の汚れや、くもりがとれます。抗菌防臭加工。 煮沸消毒, 塩素系漂白剤の使用は禁止

注) No.1～7については、洗浄力、洗浄方法、乾燥速度及び細菌汚染度の比較テストを実施し、No.8については消毒方法の比較テストのみ実施した。

色し、水洗後、紫外線鑑識器（東洋精機製）を用いて黄緑色の蛍光の有無により行った。

## 2) 洗浄方法の比較

1) と同様に調製したカレールー1.5gを皿に均一に広げたのち、①直ちに紙でカレールーの黄色が残らない程度にふき取り、水道水を流しながら洗浄、②室温、30分放置後、乾燥状態のものを水道水を溜めた洗い桶に5分間浸した後洗浄、の2通りの方法を用いて洗浄できる枚数を調べた（検体No.1～7）。

## 3) 乾燥速度の比較

タワシ類を水に浸した後、水が垂れない程度に手で絞り室温に放置し、一定時間毎の水分量を測定した（検体No.1～7）。

## 4) 細菌汚染度の比較

豚のひき肉30gに水10mlを加え、フードカッターで均一にミンチしたもの5gを皿に均一に塗りつけたのち、水道水を流しながら洗浄する。1日2回ずつ、延べ6日間同様の操作を行ったのち、タワシ類の表面を3cm四方に切り取り一般生菌数を測定した（検体No.1～7）。測定はスパイラルプレーティング法により行った。

## 5) 消毒方法の比較

煮沸消毒（100度、10分間）、塩素消毒（塩素系漂白剤の標準使用濃度液、30分間）及び日光消毒（直射日光、5時間）を5回繰り返した後、1)と同様の方法で洗浄力を調べた（検体No.8）。

## 6) 使用モニターテスト

モニター（当所職員等6名）に、各家庭で約1ヶ月間普段通りに使用してもらい、使い勝手、耐久性などの評価を行った（検体No.1～6）。

## 結果及び考察

### 1 洗浄力の比較

洗浄力の比較テストの結果を図1に示す。1回目（新品時）のテストにおいて、洗浄できた皿の数が最も多かった検体は手作りアクリル毛糸タワシ（No.6）の100枚、次に多かったのがアクリル毛糸を編んだ製品（No.2）の95枚、以下ポリエステル毛糸の中心部を束ね球状にした製品（No.4）の70枚、ポリエステル繊維を使用したペロ

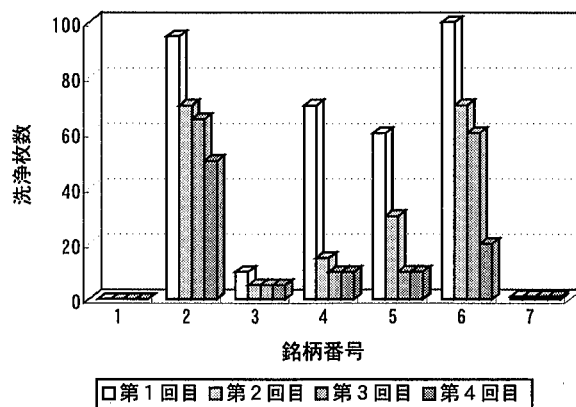


図1 洗浄力の比較

ア調のクロス製品 (No.5) の 60 枚, 絹を素材とした製品 (No.3) の 10 枚であり, 普通のスポンジタワシ (No.7) は 1 枚であった。

なお, 表面に特殊なゴム加工を施した製品 (No.1) は 4 回の繰り返しテストのいずれにおいても洗浄中に油汚れが皿に再付着し, 1 枚も洗浄できなかった。2 回目のテストでは No.2 ~ No.6 のいずれの銘柄も洗浄枚数が低下し, 銘柄 No.2 及び 6 はテストの回数が増すにつれて洗浄力が低下していった。洗浄力が比較的良かった銘柄 No.3, 4 及び 5 は 4, 5 回目のテストで一定の洗浄枚数となった。テスト回数を重ねるにつれて油汚れが皿に再付着しやすくなる傾向が見られることから, 洗浄力の低下は汚れを保持する力が低下することが原因の一つと考えられる。

近年, 2 ミクロン程度の超々極細繊維が優れた油汚れの拭き取り性能を持っていることが明らかとなり, 眼鏡拭きやハイテク産業の油汚れ除去用に製品化されている。今回の銘柄をビデオマイクロスコープで拡大して観察したところ, このような極細繊維を用いた製品はなかった。繊維の太さは銘柄によっては 5 倍程度の差が見られたが (No.3 が最も細く, No.4 が最も太かった), 繊維の太さと洗浄力の間に関連関係は見られなかった。

## 2 洗浄方法の比較

油汚れを紙で十分に拭き取り洗浄した場合と, 洗い桶の水に一定時間浸して汚れを皿から浮かせた後に洗浄した場合とを比較した。その結果, どちらの場合も検体 No.1 ~ No.6 ばかりでなく, No.7 の普通のスポンジタワシでも 100 枚の皿を連続して洗浄でき, いずれも更に多くの洗浄が可能と思われた。

静岡県消費者モニターへのアンケート調査によると, 食器に付着した汚れを事前に拭き取らないで洗浄する家庭が 3 割以上見られたが, 食器の汚れをゴムベラで軽く拭き取るだけで 4 ~ 7 割程度汚れが減少すると報告されている<sup>1)</sup>。

タワシ類 6 銘柄 (No.1 ~ 5 及び 8) のうち, No.4 以外の 5 銘柄に「ひどい油汚れは紙などで拭き取ってから使用して下さい」との表示がされており, 台所からの排水の汚濁負荷の軽減や洗剤による手荒れの防止に加えて, 製品の洗浄力の保持や耐久性の向上からも洗浄前の汚れの拭き取りは必要だと思われる。

油汚れを拭き取った場合や軽い油汚れの場合は普通のスポンジタワシでも洗剤を使わずに落とせることがわかったが, 十分には拭き取れないほどのひどい汚れの場合はこれら洗剤不用のタワシ類が効果的であることから, 両方を上手に使い分けるのも耐久性や洗浄力を低下させない一つの方法かと思われる。

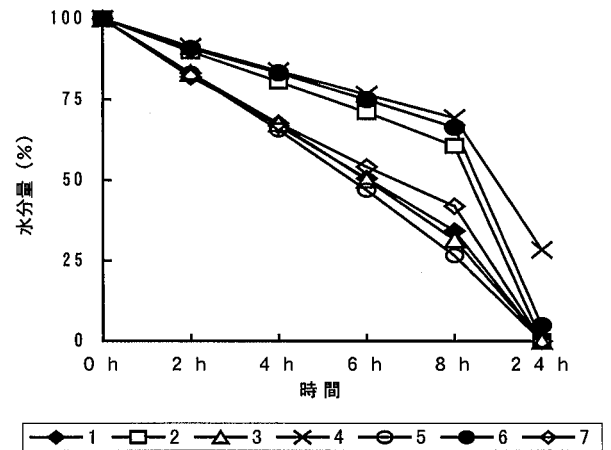


図 2 乾燥速度の比較

表 2 細菌汚染度の比較

No.	一般生菌数 (個/cm <sup>2</sup> )
1	$3.65 \times 10^7$
2	$6.95 \times 10^7$
3	$4.57 \times 10^7$
4	$4.25 \times 10^7$
5	$5.53 \times 10^7$
6	$6.36 \times 10^7$
7	$1.26 \times 10^7$

## 3 乾燥速度の比較

乾燥速度の比較テスト結果を図 2 に示す。いずれの検体もほぼ直線的に水分が減少したが, 乾燥速度の早いグループ (No.1, 3, 5, 7) と遅いグループ (No.2, 4, 6) とに分かれた。毛糸を編んで作った検体 (No.2, 4, 6) は乾きが遅く, No.4, 6 は 24 時間後においてもそれぞれ 30%, 5% の水分が残っており, 特に No.4 は 32 時間後でも 13% の水分が残っていた。この検体は 7 cm 程度のポリエステル毛糸の中央部を束ねて球状にした作りとなっているため, 中心部の水分が蒸発しにくいことが原因と考えられる。

## 4 細菌汚染度の比較

一般生菌数の結果を表 2 に示す。No.1 ~ No.7 のいずれの検体も  $10^7$  オーダーの生菌数が検出され, 有意差は見られなかった。通常, 乾燥しにくいほど菌は増殖し易いと考えられるが, 今回のテストでは乾燥速度や製品の形態, 抗菌加工の有無との関連性は見られなかった。実際に家庭で使用した場合の調査も必要であると思われる。

## 5 消毒方法の比較

煮沸消毒及び塩素系漂白剤ができない旨の表示がされた検体 No.8 を用いて, 日光消毒を加えた 3 通りの方法による洗浄力への影響を調べた。その結果, いずれの方法も消毒しなかったものとの間に洗浄力の差は見られな

表3 使用モニターテスト結果

No.	使 用 感	洗 浄 力	総合評価
1	使いはじめは固いので、コップや湯飲みが洗いづらい。すべりが良くないため、洗うのに力が必要。(評価：B)	油污れは紙で拭き取っても洗剤を付けないと落ちにくい。(評価：C)	C
2	手頃な厚さで持ち易い。見た目がタワシのようでなく、新鮮な感じがする。(評価：A)	通常の油污れは洗剤無しで落ちる。ひどい油污れは紙などで拭き取ればきれいに落ちる。(評価：A)	A
3	2週間ほどで張りがなくなった。すべりが悪いので、洗うのに力が必要。汚れ易く、衛生面が不安。(評価：B)	水では洗剤無しでは落ちにくい。湯を使えば汚れは落ちる。(評価：B)	B
4	手頃な大きさと持ち易いが、細かいところが洗いにくい。1ヶ月後、毛糸がボロボロ抜け始めた。(評価：C)	軽い油污れは落ちるが、ドレッシングなどは水だけではベトツキ感が残る。(評価：B)	C
5	中にスポンジが入っているため、ソフトで持ち易い。すべりが良いので洗うのにあまり力が要らない。(評価：A)	軽い油污れはスッキリと落ちるが、ひどい汚れは洗剤を使っても落ちにくい。(評価：B)	B
6	手頃な大きさと、すべりも良く使い易い。吊り下げのため輪は洗うのに邪魔。(評価：A)	軽い油污れは良く落ちる。ひどい油污れは紙などで拭き取ればきれいに落ちる。(評価：A)	A

(注) 評価A：良好，B：普通，C：不良

かったことから、どの消毒方法も洗浄力に対して悪影響はほとんどないものと考えられる。ただし、煮沸消毒により製品の縮みや若干の退色も見られることから、表示に従った適切な消毒方法を行うことが製品の使い勝手や耐久性を延ばすのに有効であると思われる。

#### 6 使用モニターテスト

No.1～No.6の検体をそれぞれ当研究所職員の家庭で約1ヶ月使用してもらい、その使い勝手、汚れの落ち具合等のモニターテストを実施した。その結果を表3に示す。最も評価の高かった銘柄はNo.2及び6で、使用感、洗浄力ともにA評価となっていた。大きさも手頃で持ち易く、洗浄時の滑りが良いためあまり力を入れなくても洗浄でき、相当ひどい油污れでなければ洗剤なしですっきり落ちると好評であった。逆に、No.1及び4は評価が低く、特にNo.4は途中で毛糸が抜け始め、1ヶ月後にはばらばらになって使用できなくなった。

#### ま と め

1) 洗剤を使用しない場合の皿に乾燥付着した油污れに対する洗浄力は、普通のスポンジタワシに比べてかなり強いことがわかった。手作りを含めたアクリル毛糸を編み込んだタワシ類が最も強い洗浄力を示し、次いで、ポリエステル毛糸製品、ポリエステルクロス製品、絹

製品の順であった。

- 2) 皿に付着した油污れを紙等で拭き取ったり、溜め水につけ置いたのちに、洗浄すれば普通のスポンジタワシでも洗剤を使わずに十分洗浄可能である。消費生活モニターに対するアンケート調査によると、洗浄前に紙等で汚れを拭き取らない人が3割以上も見られることから洗浄前に汚れを拭き取る必要性を今後の消費者教育の中で徹底していく必要があると思われる。
- 3) 乾燥速度を比較したところ、毛糸を素材とした製品は乾燥しにくいことがわかった。
- 4) 細菌汚染度のテスト結果、製品の形態、抗菌加工の有無あるいは乾燥度と生菌数との相関は見られなかった。
- 5) アクリル毛糸製のタワシにおいて、消毒方法の違いによる洗浄力への影響は見られなかった。ただし、煮沸による縮みや漂白剤による色あせ等が使い勝手や耐久性に影響を与える可能性があることから、表示に従った適正な使用方法が望まれる。

#### 参 考 文 献

- 1) 東京都消費生活総合センター：汚れを流さないために（平成9年5月）

## ケミカル・ハザード防止安全実験室の設計に関する調査

環境科学部 環境科学スタッフ 深澤 均, 本間 信行, 小原 九一  
前嶋 孝明

Building Design of Chemical Laboratory for Protecting the Investigators from Hazardous Chemicals

Hitoshi FUKAZAWA, Nobuyuki HOMMA, Kuichi KOHARA  
and Takaaki MAEJIMA

化学物質を分析する実験室（ケミカルハザード防止安全実験室）の機能は、実験室における分析値の信頼性が確保でき、かつ作業環境及び周辺環境の安全性が保たれる条件が満足されなければならない。しかしながらこの両条件を満たし、化学物質の分析が可能な安全実験室の設計に必要な基準やガイドラインがほとんど皆無に近い状況である。ここでは安全実験室の設計に必要な要因等について検討し、当所で設置可能な安全実験室の概要を考察した。

Key words : 安全実験室, 有害性化学物質

Laboratory safety, Hazardous chemicals

### はじめに

化学物質の分析は得られた分析値の信頼性を確保するために、適切な精度管理のもとで行う必要がある。また、化学物質の中にはダイオキシンのように非常に有害性の高いものも存在する。従って、それらの分析操作は全て管理区域内で行い、吸入や直接皮膚への接触を避け、かつ分析室の換気および廃液や廃棄物の管理も十分に行わなければならない。その上、分析に使用する薬品や溶媒等には吸入や飲み込みにより分析者の健康を害するものもあるので、取扱いは注意深く行い、かつ実験室の換気に十分注意しなければならない。

安全実験室を設置する基本的な目的は、分析者の安全と周辺環境へ汚染負荷を与えないことである。しかしながらケミカルハザード防止実験室の設計ガイドラインは無く、既存の分析機関の施設・設備を参考にするしかない<sup>1)2)3)5)6)7)</sup>。地方公害試験研究機関におけるケミカルハ

ザード対策施設の整備状況は文献<sup>3)</sup>にまとめられている。

当所においても近い将来にはケミカルハザード防止実験室を設置する必要性が生ずる可能性があり、その対策の一環として本調査を実施した。

当所の安全実験室における主な作業がダイオキシン類の分析であることを前提にすれば、その分析工程から、安全性確保に必要な項目をリストアップし、これらの項目の内容を検討し、対策を施した実験室を設計する必要がある。ダイオキシン類を分析する実験室の設計において考慮すべき安全管理については、「ダイオキシン類に係る土壌調査暫定マニュアル」(平成10年1月 環境庁水質保全局土壌農薬課)<sup>4)</sup>に施設・設備に関する基本的な事項が記載されているに過ぎない。

### 実験室の設計

上記マニュアル<sup>4)</sup>に記載の安全管理に関する基本的な事項を考慮して、当所で安全実験室を設置するために必要な項目について検討し、実験室をモデル設計した。検討の方法は既存資料の収集や安全実験室及び付帯設備の設計(工事)関係3社のヒヤリングにより行った。

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

### 1 実験室設計の規模の想定

ケミカル安全実験室を設計する際に最も基本的なことは、その実験室で行われる作業内容と作業量の把握である。現段階ではこの基本的な条件が明確ではないが、現状の建物や敷地スペース及び業務量等から、安全実験室は既存の実験室を改造し、次の条件で作業を行うことを想定した。

### 2 実験室内での作業内容及び作業員数

#### (1) 作業内容

想定作業…ダイオキシン類の分析

#### (2) 作業員数

想定作業員数…前処理操作 2名  
機器操作 1名

#### (3) 実験室床面積

ケミカルハザード防止安全実験室の構成は表1に示す部屋からなるものとし、また実験室の総床面積を現状の使用スペースや効率性を考え、100 m<sup>2</sup>を想定した。表1に各部屋の面積と主な機能を記した。

表1 安全実験室の構成

部屋名称	床面積 (m <sup>2</sup> )	機 能
(1)前 室	6	入室前の着替え、陰圧保持
(2)前 処 理 室	43	分析の前処理作業
(3)機器分析室	22	GC/MSの操作
(4)保 管 室	7	廃棄物・試薬類の保管
(5)設備制御室	22	空調・給排気設備の制御

## 実験室の概要

次に実験室の概要について構成する部屋の配置やその機能について特徴を記す。

### 1 実験室の配置

既存施設の改造による場合でも、人・物の動きがスムーズに行え、室内・室間の陰圧保持の制御がし易い極力機能性の高い配置とする。

実験室の配置図例を図1に示す。

### 2 実験室の構成及び部屋の機能

各部屋の機能を次のとおり部屋毎に示す。

#### (1) 前 室

- ・前処理室に通じる入り口となり、入出者の管理を行う。
- ・作業者の着替えや施設の運転状況がモニターできる。

#### (2) 前処理室

- ・試料の分解、調整、抽出、濃縮及び器具洗浄等を行う。
- ・有機溶媒や酸を取扱うため、局所排気装置（ドラフトチャンバー）を設置し、排ガスは排気処理装置で処理して排気する。
- ・排水系統は一般排水（冷却水）系と有害排水系に分け、有害排水系は活性炭処理装置等で処理する。

#### (3) 機器分析室

- ・質量分析装置（GC/MS）を操作する。
- ・GC/MS装置からの排気及び部屋からの排気は全て排気処理装置で処理して排気する。
- ・GC/MS装置は放熱量が大きく、また装置は単位時間当たりの温度変化や使用温度に制限があるので、空調は独立した系統とする。

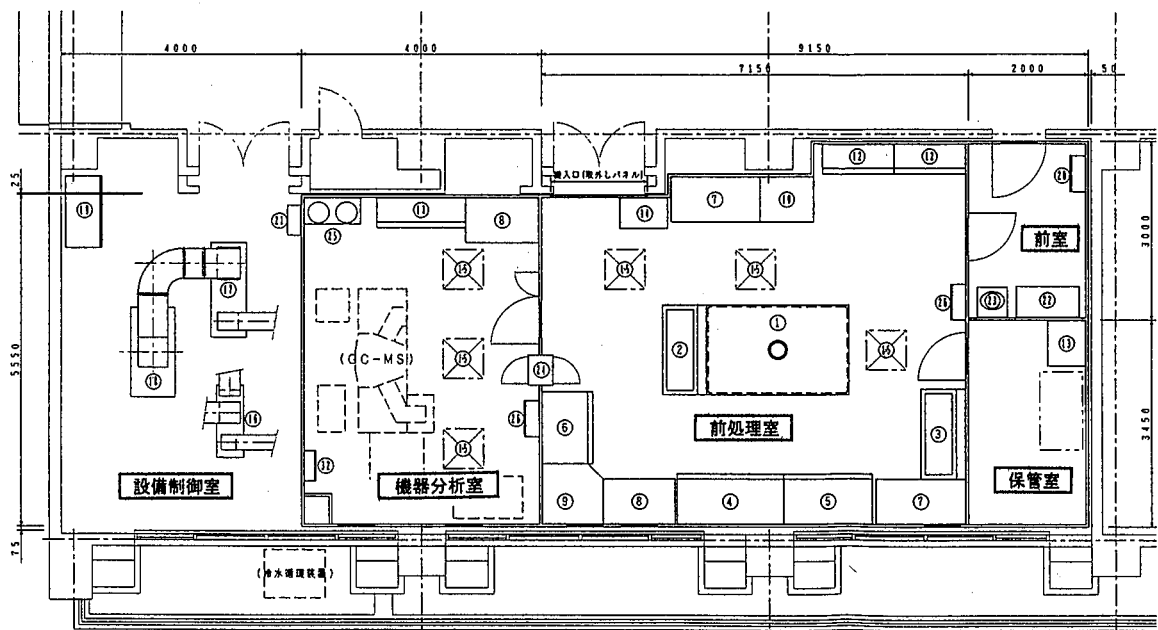


図1 実験室配置図

- ・ GC/MS 装置の稼動にヘリウムガス、冷却水等の供給設備が必要になる。
- ・ GC/MS 装置の搬入が可能な搬入口を確保する。(工事期間中でも可)

#### (4) 保管室

- ・ 標準物質及び廃棄物を格納し保管する。
- ・ 標準物質は鍵付きの冷凍庫で貯蔵する。
- ・ 給排気及び排水設備のフィルター及び分析の際生じた廃棄物は密封ケースに入れ保管する。

#### (5) 設備制御室

- ・ 空調設備、給排気設備の制御機器を設置する。
- ・ メンテ作業のできるスペースを確保する。

### 3 実験室の給排気と排水

実験室周辺への有害物の漏出防止のためには排気と排水に、また実験室の清浄度を保つためには給気に極力気を配らなければならない。

#### (1) 実験室の給排気

- ・ 実験室外への排気は全量排ガス処理装置で処理後排気する。
- ・ 排ガス処理装置はヘパフィルター+活性炭フィルターの組み合わせ例が多い。
- ・ 実験室内への給気は活性炭処理等をしたクリーンエアとする。
- ・ 実験室間の空気の流れは陰圧調整し、汚染負荷に応じた流れとする。(前室→前処理室、機器分析室→保管室)

#### (2) 実験室の排水

- ・ 一般排水(冷却水)と一次廃水とは系統を分ける。
- ・ 器具洗浄の一次廃汚水はピットに貯留し、活性炭で処理後放流する。

### 緊急時の安全対策

- (1) 事故発生等の緊急時に備え、実験室を警報通知システムとし、避難路の確保をしておく。
- (2) 停電時には、自家発電装置より電力供給できるように配線する。(特に排気系統、GC/MS、保管冷凍庫)

### イニシャルコストとランニングコスト

想定規模の実験室を当所に設置する場合の既存実験室の改造費、ケミカルハザード防止安全実験室設備の設置費用及びその実験室の保守管理費を3社に見積もってもらった。ここでのコストの見積もり区分(項目)は正確に分離できるものではないので、各社でコストの振り分けが異なったが、全体の概要を知るために、あえて強引に区分けして表示した。

#### 1 実験室改造経費等(イニシャルコスト)

既存部屋の改造工事費及び安全実験室の設備費(給排

気設備、空調設備、実験台、棚、流し等)は表2の通り見積もられた。

イニシャルコストの特徴は次のようである。

- (1) 部屋の改造、設置で1億~1億4千万円、GC/MS・超臨界水処理装置の機器を合わせて1億7千~2億6千万円であった。
- (2) 施設設置では空調関係のコストにウェイトが掛かる。
- (3) 完全に具体化した改造、設置でないので各社はコストの見積もりに苦慮した。
- (4) 改造部分、設備設置部分のコストの区分けが困難である。
- (5) 実際の工事の施工方法によってはここで提示した金額と隔たりが生ずる可能性がある。

#### 2 実験室の保守管理費用(ランニングコスト)

実験室の保守管理費用は表3の通りである。

ランニングコストの特徴は次の通りである。

- (1) 年間のランニングコストの総計は、650万~930万円であった。
- (2) ランニングコストのうち、大きなウェイトを占めるのは電気代で、総コストの70~80%であり、金額として520万~640万円であった。
- (3) 電気代のうち、空調にかかる経費が大きい。各社とも省エネタイプの空調機を薦めた。昼夜による消費量の切り替え型や排気循環対応型等、機種は多くある。ランニングコストを下げるためにはイニシャルコストを上げざるを得ない面もある。
- (4) GC/MSは24時間・365日稼動であり、機器本体の電気代は年間90万円ほどである。
- (5) 給排気系のメンテナンスは110万~270万円で2倍以上のコスト差が生じた。特に、排気については仕様・フィルター交換頻度が各社異なっている。
- (6) ケミカルハザード実験室の排気系に対する施設基準が無いので、排気処理系列が最も設備内容にレベル差が生じた。溶媒回収装置を用いて局所排気を徹底し、部屋の排気の負荷を減らして、フィルターの交換頻度少なくする方法と、フィルター交換頻度を上げ、外気への排出を抑制する方法による違いであった。
- (7) 排水処理によるコストは10万~40万円であった。これは活性炭交換頻度が1~4回/年によるものである。
- (8) 廃棄物処理費の見積もりは現状では困難であった。ダイオキシン類を含む廃棄物の処理を行う機関が見当たらないので、当分の間保管するより外に手段が無い。
- (9) 液体廃棄物処理は超臨界水処理装置の導入により可能であるがイニシャルコストが高い。



表2 実験室設置のインシヤルコスト 金額単位：万円

項目	(含む工事費)	AAA社	BBB社	CCC社
部屋改造	床, 壁, 天井 部屋全般	3,000	4,000	2,000
施設設置	空調 ライン全般	10,300	4,000	6,500
	ドラフト ライン全般		1,700	700
	機器類 実験台, 流し台等	700	1,200	800
	その他 排水系		2,500	
小計		14,000	13,400	10,000
装置	GC/MS	7,000	6,000	7,000
	超臨界水処理装置		6,500	
	小計	7,000	12,500	7,000
インシヤルコスト合計		21,000	25,900	17,000

表3 実験室の保守管理ランニングコスト 金額単位：万円

区分	(項目)	条件等	AAA社	BBB社	CCC社	
電気代	空調(前処理室等)	8 hr/D	155	102 } 202	38 } 133	
	空調(MS室)	24 hr/D	212			100
	給排気	8, 24 hr/D				
	GC/MS	24 hr/D	91 → 91	88	367	
	実験機器	8, 24 hr/D	148 → 148			140
	照明	8 hr/D	11 → 11			
	小計		617	519	640	
水道代		200 L/日	1	1	1	
メンテ	給排気	給気フィルタ	2回/年	31	15	32
		排気フィルタ	2回/年			
			1回/年	111	19	96
			1回/2年			
			1回/3年			
	年間メンテ作業費		130	80	188	
小計		272	114	188		
排水処理	活性炭	4回/年	36			
		1回/年		13	10	
	小計		36	13	10	
維持管理費合計			926	647	839	

廃棄物処理費	? kg/年	廃棄方法不明で見積り不能	液性廃棄物は超臨界水処理する 固体廃棄物は不明	廃棄方法不明で見積り不能
--------	--------	--------------	----------------------------	--------------

そ の 他

上記の内容に関連した留意事項は次のことが考えられる。

- (1) 実験室を設置し、また作業を行うにあたっては関係法令を遵守しなければならない。関係法令とその対策を表4に示す。
- (2) 前処理室の大きさは分析対象物の質・量、作業人員数によるが、スペースに余裕があれば2部屋に区切る。

表4 関連規制法令と対策

	法規制	関連項目	対策
1	消防法	施設 アセトン等消防危険物	防火設備対策 数量管理
2	高圧ガス取締法	ヘリウムガス	ボンベ室管理
3	毒物及び劇物取締法	毒劇物試薬	保管庫
4	労働安全衛生法 (有機溶剤中毒予防)	局所排気装置 溶媒	定期自主点検 換気, 健康診断
5	大気汚染防止法	溶媒, ジクロロメタン	排気処理
6	水質汚濁防止法	排水	排水処理
7	下水道法	水質規制項目	排水処理
8	廃掃法	廃棄物	業者処理委託

(3) 廃液の処理では、超臨界水処理装置を利用して、有機物を酸化分解処理する高度処理の方法もあり、他の液性薬品の処理にも応用できる。(難点：高価 6500万円/台, 2 m×2 mのスペースが必要, 維持費が掛かる)

(4) 分析の過程及び実験室の保守から生ずる廃棄物は現段階では、処分方法が確立されていないので、保管室で密閉した状態で保管しなければならない。フィルター(給排気, 排水)はかなり容積を占めるので保管スペースに留意する必要がある。

結 べ り に

本原稿を書き上げた時点で国立環境研修センターにおいてダイオキシン類を測定する専門家の研修施設を整備するための検討会の報告書<sup>8)</sup>が出された。この報告書は実際に安全実験室を整備する際にはガイド的な役割を果たすものと思われる。

本原稿をまとめるに当たり、安全実験室の設計に関する情報提供、図面作成や経費見積りに快く協力して下さい(株)グルトン、ヤマト科学(株)、(株)S・H・Cの各担当者に深謝します。

文 献

- 1) 増井武彦：特殊有害物質実験室の整備，香川県環境研究センター所報，16，79-86 (1991)
- 2) 森 忠繁：ケミカルハザード防止関連施設の整備状況調査の結果報告，全国公害研会誌，19，168-179 (1994)
- 3) 全国公害研協議会：ダイオキシンの測定分析状況及びケミカルハザード対策設備の整備状況の調査結果，全国公害研会誌，23，47-52 (1998)
- 4) 環境庁水質保全局土壌農薬課：ダイオキシン類に係る土壌調査暫定マニュアル (平成10年1月)

- 5) F.M.Garfield: Quality Assurance Principle for Analytical Laboratories, AOAC (1991): 宮原 誠: 分析試験室のための品質保証原則, AOAC (1997)
- 6) Peter M. Dell: Laboratory Safety & Hygiene Compliance: 宮本純之: 実験室の安全衛生管理ガイドライン, (有)岡野事務所 (1997)
- 7) 日本建築学会: 「研究・実験施設の安全性基準研究」報告書, (1997)
- 8) 環境庁: ダイオキシン類分析研修施設整備検討会報告書, (平成10年12月)

## 魚類へい死原因判定に関する研究

大気・水質部 水質環境スタッフ 五十嵐保正, 田口弘道, 石渡達也  
鈴井孝雄, 瀧本俊晴, 室伏由紀  
守屋司子, 飯嶋章一

Studies on the Method to Investigate the Cause of Fish Mortal Accidents

Yasumasa IGARASHI, Hiromichi TAGUCHI, Tatsuya ISIWATA,  
Takao SUZUI, Toshiharu TAKIMOTO, Yuki MUROFUSHI,  
Noriko MORIYA and Shōichi IJIMA

河川等における水生生物のへい死事故では現場における原因物質の迅速な判定が原因究明に果たす役割は大きい。そこで、へい死原因を簡易判定する際の一助として、数種有害物質によりへい死したアユ及びコイの外部所見及び魚体内残留性等について明らかにした。供試物質は静岡県内のへい死事故発生原因上位6項目(酸素欠乏, 塩酸, 水酸化ナトリウム, 残留塩素, シアン, ベンゾエピン)及び、河川水から希に検出される亜鉛を用いた。

塩酸, 水酸化ナトリウム, 残留塩素, 亜鉛の4物質は外部所見に特徴がみられ事故原因推定の一助になるものと思われた。また, シアン, 亜鉛, ベンゾエピンは魚体内から試験水の0.2~190倍の濃度で検出され, 原因究明の際の決め手になるものと思われた。なお, 酸素欠乏, 残留塩素, シアン, ベンゾエピンではコイに比べアユの感受性が高かった。

Key words : アユ, コイ, へい死事故, 有害物質, 外部所見

Ayu, Common carp, Mortal accidents, Harmful matter, External features

### はじめに

シアン等の有害物質により水生生物がへい死する水質汚濁事故は静岡県内の河川等で毎年20~30件発生しており<sup>1)</sup>, 年間数十万匹の魚類がへい死しているものと推定され, 河川環境に与える被害は甚大である。こうした水質汚濁事故を未然に防止するためには事故原因の早急な究明が求められる。しかし, 事故原因の究明には現場周辺の調査や河川水, へい死魚体の分析等に多大な労力を要するものの約半数は未解明となっている。

一方, 数種の有害物質ではへい死魚に特有の症状がみ

られることが知られており, これらの特徴を明らかにする事により事故調査に際して現場でへい死魚体から原因物質が判定できれば調査効率が向上し究明率も高まるものと思われる。

そこで, 水質汚濁事故を想定し, 被災例の多いコイ及びアユを短時間高濃度の有害物質等に曝露し, へい死魚に生じる物質固有の特徴や, 環境水中濃度と魚体内濃度との関係を調べ水質汚濁事故原因究明の際の一助とする。

### 材料及び方法

#### 1 供試魚

アユ : 当才魚, 養殖業者より購入, 平均体長 12.9 cm, 平均体重 29.5 g, 平均肥満度 13.6

コイ : 当才魚, 試験用に飼育, 平均体長 7.3 cm, 平均体重 9.6 g, 平均肥満度 24.2

静岡県環境衛生科学研究所  
(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)  
Shizuoka Institute of Environment and Hygiene  
(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

## 2 供試有害物質

試験対象とした有害物質は過去 10 年間の静岡県内の魚類へい死事故原因集計結果<sup>1)</sup>から、発生頻度の高い酸素欠乏、酸、アルカリ、残留塩素、シアン及び農薬を選出し、発生頻度は低いものの希に魚体内から検出される金属類の中から亜鉛を選定した。

なお、酸の中では事故例の多い塩酸、アルカリでは同様に水酸化ナトリウム、農薬ではベンゾエピンを用いた。

## 3 試験方法

恒温室内に設置した 60 L ガラス水槽に塩素を中和した水道水 50 L を入れ、所定濃度の薬液を混合して表 1 に示す設定濃度に調合し、弱く通気した。この中にコイま

表 1 設定試験区一覧

有害物質名	設定濃度	使用薬剤
酸素欠乏 (%)	0	窒素ガス
塩酸 (pH)	2, 3, 4, 5, (6)	塩酸
水酸化ナトリウム (pH)	(8), 9, 10, 11, 12	水酸化ナトリウム
残留塩素 (mg/l)	0, 0.1, 1.0, 10.0	次亜塩素酸ナトリウム
シアン (mg/l)	0, 0.005, 0.05, 0.5, (5.0)	シアン化カリウム
亜鉛 (mg/l)	0, 1.0, 10, 100	塩化亜鉛
ベンゾエピン (mg/l)	0, 0.005, 0.05, 0.5, 5.0	マリックス乳剤

( ): コイのみ

たはアユを 10 尾当て投入し、3 時間後まで遊泳状態やへい死状況を観察し、3 時間後にすべて取り出し鰓及び体表等を観察した。また、魚体内に残留する可能性が高いシアン、亜鉛、ベンゾエピンは観察後に魚体内濃度を測定した。

濃度設定は原則として温水性淡水魚類に対する 24~96 時間半数致死濃度<sup>2,3)</sup>を参考に、その 1, 10, 100 倍濃度とした。

なお、酸素欠乏区は供試魚を入れた水中に散気管で 3

時間にわたり窒素ガスを強く吹き込み酸素濃度を低下させ、定時に酸素濃度を測定した。

他の試験区は試験の開始及び終了時に試験水中の有害物質濃度を以下の方法 4) で測定した。

- ・酸素濃度 : JISK0102.32.1 ウインクラージャ化ナトリウム変法
- ・pH : JISK0102.12.1 ガラス電極法
- ・残留塩素 : JISK0102.33.1 オルトトリジン比色法
- ・シアン : JISK0102.38.3 4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン吸光光度法
- ・亜鉛 : JISK0102.53.2 フレーム原子吸光法
- ・ベンゾエピン : 固層抽出後ガスクロマトグラフ質量分析計測定

魚体内濃度の測定は 3 時間後に取り出した供試魚から任意に数尾抽出し、全魚体を合わせて粉碎した。この一部をシアン及び亜鉛は試水と同様に測定し、ベンゾエピンではアセトン抽出後 FPD 付きガスクロマトグラフで測定した。

試験はアユが 1998 年 7 月 6~8 日、コイが 1998 年 11 月 24~26 日に行い、期間中の水温はアユが 22.0~22.7°C、コイが 20.1~21.2°C であった。

## 結 果

### 1 酸素欠乏

試験期間中の酸素飽和度と生残率の経時変化を図 1 に示した。

窒素脱気による水槽中の酸素量の変化を飽和度でみると、アユとコイの両水槽とも開始後約 10 分で 50%、30 分で約 20% と酸素飽和度は速やかに低下したが、これ以後の減少速度は緩やかでアユは 45 分後に 16%、コイは 180 分後に 14% となり、設定した 0% には至らなかった。

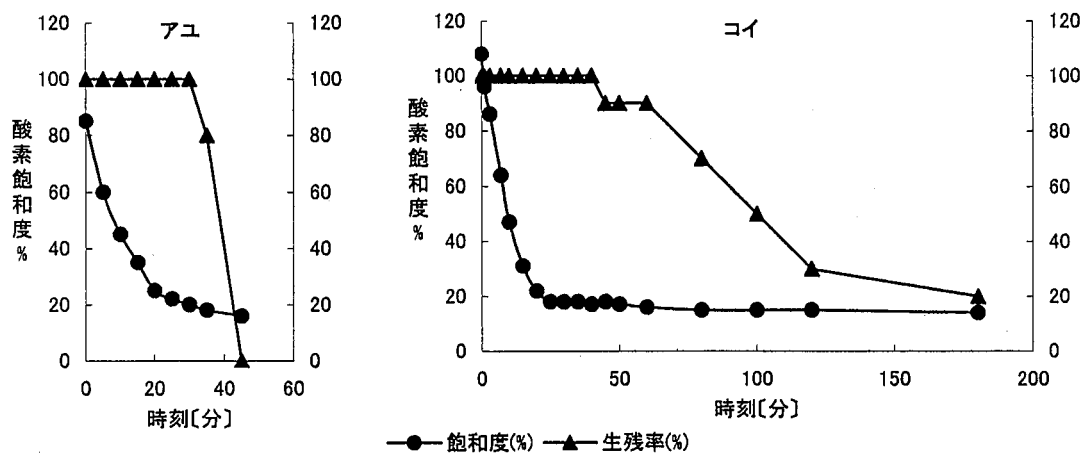


図 1 酸素飽和度と生残率の関係

この間のアユの行動をみると酸素飽和度約50%で水面付近に集まり鼻上げ症状を呈し、酸素量の低下に伴い行動が緩慢になり、30分後には約半数が水底に横転し、45分後にすべてへい死した。

へい死魚の体表、鰓等の外観には特異的な変化はみられなかった。

コイは酸素飽和度が20%以下で行動が次第に緩慢になり40分後に3尾が水底に横転し45分後に1尾がへい死した。その後も徐々にへい死したが、180分後に2尾が生残した。

へい死魚の体表及び鰓等の外部所見には特異的な変化はみられなかった。

酸素欠乏でへい死したコイの特徴としては水面への浮上、体色の暗化、口の開放等が報じられている<sup>6)</sup>が今回はいずれの症状もみられなかった。しかし、予備試験としてアユを収容した水槽の酸素飽和度を10分間で約10%に低下させたところ10~20分の短時間にへい死し、口及び鰓蓋を開いた症状がみられた。これは酸素欠乏によるへい死魚の反応が環境条件の違い等により一様でないことを示唆するものと思われる。

## 2 塩酸

各pHにおける生残率を表2に、供試魚の外部所見を表3、4に示した。

表2 塩酸添加時のpHと生残率の関係

魚種	設定濃度 (pH)	2	3	4	5	6
アユ	実測濃度 (pH)	1.9-1.9	3.0-3.1	4.0-4.5	5.1-5.6	
	生残率 (%)	0	0	100	100	
	全致死時間(分)	3	30	-	-	
コイ	実測濃度 (pH)	2.0-2.0	2.8-2.9	3.9-4.0	5.0-6.4	5.8-6.6
	生残率 (%)	0	0	100	100	100
	全致死時間(分)	16	33	-	-	-

実測濃度：開始濃度-終了濃度

アユ、コイともpH 2、3区では狂奔、痙攣等の異常行動を示し、3~33分でへい死したが、pH 4以上では異常行動もなくすべて生残した。

pH 3のへい死魚は体表粘液の減少、体色白化、眼球白濁の症状がみられ、鰓は暗赤色となった。

pH 2のへい死魚はpH 3以上に体色の白化、眼球白濁が著しく、体表は粘液が減少し一部剝離し、鰓は暗褐色で出血した。

塩酸(pH 3)でへい死したコイの特徴として体表のざらつき、眼球白濁、鰓の暗赤色化と周辺部の白化<sup>6)</sup>または鰓の褐変<sup>7)</sup>が報じられている。これらの症状は今回のへい死魚の所見と一致しており、塩酸によるへい死時の特徴と思われる。

## 3 水酸化ナトリウム

各pHにおける生残率を表5に、供試魚の外部所見を表3、4に示した。

表5 水酸化ナトリウム添加時のpHと生残率の関係

魚種	設定濃度 (pH)	8	9	10	11	12
アユ	実測濃度 (pH)	-	9.1-7.4	10.0-9.0	11.2-9.9	12.0-11.1
	生残率 (%)	-	100	100	0	0
	全致死時間(分)	-	-	-	12	3
コイ	実測濃度 (pH)	8.4-	9.5-	10.7-	11.5-	11.9-
	生残率 (%)	100	100	100	0	0
	全致死時間(分)	-	-	-	35	20

実測濃度：開始濃度-終了濃度

アユ、コイともpH 10以下の区ではすべて生残したがpH 11、12区では狂奔、痙攣等の異常行動を示し、多量の粘液を分泌し水面付近に浮遊し3~20分でへい死した。

へい死魚はいずれも体色が黒化し、体表及び鰓は粘性の高い多量の粘液で覆われ、眼球が突出し、鰓色は暗赤色で出血がみられた。

水酸化ナトリウム等の高アルカリでへい死した魚の特徴としては粘性の高い粘液の異常分泌<sup>6),7),8),9)</sup>鰓の暗赤色化<sup>6),8)</sup>が知られている。これらの症状は今回のへい死魚の所見と一致しており、高アルカリによるへい死魚の特徴と思われる。

## 4 残留塩素

残留塩素濃度と生残率の関係を表6に、供試魚の外部所見を表3、4に示した。

表6 残留塩素濃度と生残率の関係

魚種	設定濃度 (mg/l)	0	0.1	1	10
アユ	実測濃度 (mg/l)	0.0-0.0	0.1-0.0	0.9-0.2	9-8
	生残率 (%)	100	100	0	0
	全致死時間(分)	-	-	20	9
コイ	実測濃度 (mg/l)	0.0-0.0	0.2-0.0	0.9-0.3	9-7
	生残率 (%)	100	100	50	0
	全致死時間(分)	-	-	-	120

実測濃度：開始濃度-終了濃度

アユは1.0 mg/l区で全尾へい死したがコイは50%が生残した。10 mg/l区では両魚種とも全尾へい死したが薬液中での生残時間がアユの9分に対しコイでは120分と長く、アユはコイと比較して感受性が高かった。

へい死魚は体色が退色しアユでは皮下出血が、コイでは粘液の減少によるざらつき感がみられ、鰓は灰赤色または淡赤色で周辺部が白化した。

残留塩素(0.5 mg/l)でへい死したコイは体色の暗化、鰓の淡赤色化<sup>9)</sup>、脱色による周辺の白化<sup>10)</sup>が報じられてい

表3 へい死魚の外部所見 (アユ)

試験項目	設定濃度 (mg/l)	体 表			眼球	鰓		
		色	粘 液	表 皮		—	色	粘 液
酸 素 欠 乏	0	—	—	—	—	—	—	—
塩 酸	pH 2	白化	少	剝離	白濁	茶褐色	多	出血
	pH 3	白化	少	—	白濁	茶褐色	多	—
	pH 4, 5	—	—	—	—	—	—	—
水 酸 化 ナ ト リ ウ ム	pH 9, 10	—	—	—	—	—	—	—
	pH 11	黒化	多	皮下出血	—	暗赤色	多	出血
	pH 12	黒化	多	—	突出	茶褐色	多	出血
残 留 塩 素	0.1	—	—	—	—	—	—	—
	1.0	退色	—	皮下出血	—	淡赤色	—	—
	10	白黄色	—	皮下出血	—	淡赤色	—	周辺退色
シ ア ン	0.005, 0.05	—	—	—	—	—	—	—
	0.5	退色	—	皮下出血	—	—	—	—
亜 鉛	1.0	—	—	—	—	—	—	—
	10	—	—	—	—	淡赤色	—	—
	100	黒化	少	剝離	—	淡赤色	—	亜鉛凝着
ベンゾエピン	0.005~0.5	—	—	—	—	—	—	—

—：対照魚と差違無し

表4 へい死魚の外部所見 (コイ)

試験項目	設定濃度 (mg/l)	体 表			眼球	鰓		
		色	粘 液	表 皮		—	色	粘 液
酸 素 欠 乏	0	—	—	—	—	—	—	—
塩 酸	pH 2	白化	少	剝離	白濁	灰白色	少	出血
	pH 3	白化	少	—	白濁	灰白色	少	—
	pH 4	退色	—	—	—	淡赤色	—	—
	pH 5, 6	—	—	—	—	—	—	—
水 酸 化 ナ ト リ ウ ム	pH 8, 9	—	—	—	—	—	—	—
	pH 10	退色	—	—	—	淡赤色	—	—
	pH 11	退色	多	—	突出	—	多	出血
	pH 12	黒化	多	—	突出	暗赤色	多	出血
残 留 塩 素	0.1	—	—	—	—	—	—	—
	1.0	退色	少	—	—	淡赤色	—	—
	10	退色	少	—	—	灰白色	—	—
シ ア ン	0.005, 0.05	—	—	—	—	—	—	—
	0.5	黒化	—	—	—	—	—	—
亜 鉛	1.0, 10	—	—	—	—	—	—	—
	100	黒化	—	—	—	灰白色	—	亜鉛凝着
ベンゾエピン	0.005~0.5	—	—	—	—	—	—	—

—：対照魚と差違無し

表7 シアン濃度と生残率及び魚体内濃度との関係

魚種	設定濃度 (mg/l)	0.000	0.005	0.05	0.5	5.0
アユ	実測濃度 (mg/l)	0.000-0.000	0.0011-0.0005	0.049-0.045	0.90-0.96	
	魚体内濃度 (mg/kg)	<0.1	<0.1	<0.1	0.21	
	濃縮率	—	—	—	0.23	
	生残率 (%)	100	100	100	0	
	全致死時間 (分)	—	—	—	7	
コイ	実測濃度 (mg/l)	0.000-0.000	0.0087-0.0068	0.036-0.013	0.21-0.20	3.4-1.3
	魚体内濃度 (mg/kg)	<0.2	<0.2	<0.2	0.26	0.58
	濃縮率	—	—	—	1.24	0.24
	生残率 (%)	100	100	100	20	0
	全致死時間 (分)	—	—	—	—	40

実測濃度：開始濃度-終了濃度  
濃縮率：魚体内濃度/実測濃度

表8 亜鉛濃度と生残率及び魚体内濃度との関係

魚種	設定濃度 (mg/l)	0.0	1.0	10.0	100
アユ	実測濃度 (mg/l)	0.0-0.0	1.2-1.5	11.4-9.0	75.3-84.6
	魚体内濃度 (mg/kg)	26.0	25.2	27.0	72.2
	濃縮率	—	18	2.6	0.9
	生残率 (%)	100	100	80	0
	全致死時間 (分)	—	—	—	75
コイ	実測濃度 (mg/l)	0.0-0.0	0.96-0.96	10.1-10.0	100-99
	魚体内濃度 (mg/kg)	105	90.6	154	225
	濃縮率	—	94	15	2.3
	生残率 (%)	100	100	80	0
	全致死時間 (分)	—	—	—	160

実測濃度：開始濃度-終了濃度  
濃縮率：魚体内濃度/実測濃度

る。これらの症状の中で鰓の脱色による淡赤色化及び周辺  
の白化は今回と共通しており残留塩素によるへい死魚  
の特徴と思われる。

### 5 シアン

シアン濃度と生残率及び魚体内濃度との関係を表7  
に、供試魚の外部所見を表3, 4に示した。

アユは0.5 mg/l区7分で全尾へい死したがコイは  
20%生残し、5.0 mg/l区においても全尾のへい死までに  
40分を要しており、アユはコイと比較して感受性が高  
かった。

へい死した0.5, 5.0 mg/l区はいずれも狂奔、痙攣等  
の異常行動がみられ、へい死魚の一部個体では体色の黒  
化や皮下出血がみられたが多くの個体では特異的の症状は  
みられなかった。

魚体中のシアン濃度は生残魚が0.1 mg/kgまたは  
0.2 mg/kg以下であったが、へい死魚から0.21~0.58  
mg/kg 検出された。

魚体からのシアンの検出例はシアン0.1~1.00 mg/l  
液中でのへい死アユで0.188~0.364 mg/kg<sup>11)</sup>、1~6  
mg/l液中でのへい死キンギョでは0.5~1.3 mg/

kg<sup>12)</sup>、へい死事故において0.001~0.96 mg/kg(事故12  
件計)<sup>11)</sup>、0.09~0.39 mg/kg(事故4件計)<sup>13)</sup>等が報じ  
られている。今回の検出値もこうした測定値の範囲内  
であり、シアンは取り込み量が少ない(濃縮率0.2~1.2)  
ものと思われる。したがってへい死魚からシアンが検出  
された場合は原因物質の可能性が高いといえる。

シアンによるへい死魚の特徴として鰓が鮮紅色を呈し  
長時間保持されることが知られている<sup>6)7)14)</sup>。しかし、今  
回は鰓の色彩の明確な差はみられず、24時間水中に放置  
したが鰓の退色状況に対照区との差はみられなかった。

また、大上らもシアン溶液中でへい死したアユの鰓及  
び外部所見に異常を認めておらず、試験条件により供試  
魚の反応に差が生じるものと思われる。

### 6 亜鉛

亜鉛濃度と生残率及び魚体内濃度との関係を表8に、  
供試魚の外部所見を表3, 4に示した。

アユ、コイとも10 mg/l区で生残率80%、100 mg/l区  
で0%となった。10, 100 mg/l区の魚は時折痙攣的な遊  
泳をみせ次第に動作が緩慢になり横転、へい死に至った。

また、100 mg/l区は開始後まもなく水が微細な白色

表9 ベンゾエピン濃度と生残率及び魚体内濃度との関係

魚種	設定濃度 (mg/l)	0.000	0.005	0.05	0.5
アユ	実測濃度 (mg/l)	0.000-0.000	0.0072-0.0063	0.055-0.027	0.35-0.28
	魚体内濃度 (mg/kg)	<0.01	1.3	4.3	8.0
	濃縮率	—	191	105	25
	生残率 (%)	100	100	0	0
	全致死時間 (分)	—	—	130	20
コイ	実測濃度 (mg/l)	0.000-0.000	0.0038-0.0035	0.029-0.027	0.28-0.28
	魚体内濃度 (mg/kg)	<0.01	0.10	1.5	6.9
	濃縮率	—	27	54	25
	生残率 (%)	100	100	40	20
	全致死時間 (分)	—	—	—	—

実測濃度：開始濃度－終了濃度  
濃縮率：魚体内濃度／実測濃度

の浮遊物で白濁した。

へい死魚の特徴は 100 mg/l 区で体色が黒化し鰓に白色の浮遊物が凝着し色が淡赤色または灰白色を呈した。

亜鉛の高濃度液中では粘液により水中が白濁しへい死魚の鰓には亜鉛が多く含まれることが報じられている<sup>7)</sup>。今回鰓に凝着した物質も粘液に凝集された亜鉛と思われる、これが鰓の白化の原因と推察される。

亜鉛の魚体内濃度は亜鉛無添加の対照魚にもアユ 26 mg/kg, コイ 105 mg/kg 検出され、低濃度区では対照区と差がみられず、100 mg/l 区で 72,225 mg/kg に増加した。

天然アユの亜鉛含有量は 6.6 mg/kg, フナでは 11~23 mg/kg の値<sup>15)</sup>との報告があり今回はこの値を大きく上回った。この原因は明らかでないが、供試したアユ及びコイは卵稚仔から養成されたものである。養魚飼料には通常亜鉛が添加されており、養成中にこうした亜鉛が蓄積した可能性も考えられる。

### 7 ベンゾエピン

ベンゾエピン濃度と生残率及び魚体内濃度との関係を表 9 に、供試魚の外部所見を表 3, 4 に示した。

アユは 0.05 mg/l 区で全尾へい死したがコイは 0.05 mg/l 区で 40%, 0.5 mg/l 区で 20%が生残しており、アユはコイと比較して感受性が高かった。

へい死魚の外部所見に対照魚との明確な差はみられず外部所見による判定は困難と思われた。

各試験区とも魚体内からベンゾエピンが検出され、高濃度区ほど高い傾向がみられたが濃縮率には一定の傾向はみられなかった。

ベンゾエピンは水に不溶でオクタノール水分分配数が高く魚体内に濃縮されやすい<sup>16)</sup>。ベンゾエピン 0.00008 ~ 0.165 mg/l 液に 6 時間曝露したときの魚体内濃縮率は 91~938 倍で低濃度区ほど高い傾向がみられてい

る<sup>17)</sup>。今回の濃縮率はアユが 25~191 倍で低濃度区ほど高かったもののコイは 25~54 倍で曝露濃度との関係はみられなかった。供試したアユは養殖魚で肥満度が高かったが試験用に飼育したコイは肥満度が低く、こうした体脂肪率の違い等が農薬取り込み量に差を生じさせた可能性が考えられる。

### ま と め

魚類へい死原因の簡易究明手法確立のため、アユ及びコイを県内でへい死事故例の多い 7 種有害物質中に 3 時間曝露し以下の結果を得た。

- 1) 酸素欠乏でへい死したアユとコイの外部所見に特徴はみられなかった。
- 2) 塩酸ではアユ, コイとも pH 3 以下でへい死し、鰓の暗色化、眼球の白濁、粘液の減少による体表のざらつき感がみられた。
- 3) 水酸化ナトリウムではアユ, コイとも pH 11 以上でへい死し、粘性の高い粘液の多量分泌と鰓の暗赤色化がみられた。
- 4) 残留塩素は魚種により感受性が異なり、アユは 1.0 mg/l 区, コイは 10 mg/l 区で全数へい死し、鰓の淡赤色化、周辺部の脱色、白化がみられた。
- 5) シアンも魚種により感受性が異なりアユは 0.5 mg/l 区, コイは 5.0 mg/l 区で全数へい死したが外部所見に特徴はみられなかった。
- 6) 亜鉛ではアユ, コイとも 100 mg/l 区で全数へい死し、死魚の鰓には白色の浮遊物が付着し淡赤色または灰白色となった。
- 7) ベンゾエピンは魚種により感受性が異なり、アユは 0.05 mg/l 区で全数へい死したがコイは 0.5 mg/l 区でも 20%生残した。へい死魚の外部所見に特徴はみられなかった。



## 参 考 文 献

- 1) 静岡県環境衛生科学研究所：最近 10 年間の魚類へい死事故発生傾向，環衛レポート，**2**，2 (1998)
- 2) 日本水産資源保護協会：水産用水基準 (1995 年版)，3-59 (1995)
- 3) 田中二良編：水生生物と農薬，急性毒性資料編，60-61，サイエンティスト社，東京 (1978)
- 4) 日本工業標準調査会化学分析部会審議：工場排水試験方法 JISK0102，日本規格協会，東京 (1993)
- 5) 尾崎久雄：魚類生理学講座 **2**，緑書房，東京 (1970)
- 6) 水尾寛己：酸素欠乏等の魚への形態学的影響，魚の死亡事故の原因究明に関する研究報告書，79-91 (1991)
- 7) 日本水産資源保護協会編：新編水質汚濁調査指針，へい死事故原因調査法，451-514，恒星社厚生閣，東京 (1980)
- 8) 加藤邦夫他：県下における魚類のへい死について (昭和 45~52 年度)，岐阜県公害研究所年報，**6**，51-56 (1977)
- 9) 愛知県環境部：魚のへい死に伴う調査手引き，7-26 (1984)
- 10) 水尾寛己：酸素欠乏・過多，及び残留塩素曝露時におけるコイの鰓の形態学的変化について，横浜市公害研究所報，**4**，143-152 (1979)
- 11) 大上皓久：有害物質による魚のへい死事故と原因調査(2)，碧水，31 (1984)
- 12) 奈良正人：狩野川の水質と魚類へい死事故，静岡県水産試験場研究報告，**1**，91-98 (1968)
- 13) 狩谷貞二他：水質汚濁へい死魚の死因判定について-IV，シアンによるへい死，日本水産学会誌，**33(4)**，311-314 (1967)
- 14) 奈良正人：シアン化合物の水生生物に及ぼす影響，生態化学，**1(2)**，39-46 (1979)
- 15) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品成分表，228，医歯薬出版株式会社，東京 (1985)
- 16) 金沢純・田中二良編：水生生物と農薬，38-44，サイエンティスト社，東京 (1979)
- 17) 五十嵐保正：数種農薬の環境水中濃度と魚体内取り込み量との関係，静岡県環境衛生科学研究所技術情報，**15(4)**，4-6 (1997)

## 干潟モデルの設計に関する研究 —浜名湖の干潟の浄化能力について—

大気・水質部 水質環境スタッフ 石渡達也, 田口弘道, 鈴木孝雄  
五十嵐保正, 瀧本俊晴, 室伏由紀  
守屋司子, 飯島章一

Studies on Designs of Tidal Flat Models  
—Purification Capacity of Tidal Flats in Hamanako Lake—

Tatsuya ISHIWATA, Hiromichi TAGUCHI, Takao SUZUI,  
Yasumasa IGARASHI, Toshiharu TAKIMOTO, Yuki MUROFUSHI,  
Noriko MORIYA, Shōichi IJIMA

浜名湖の水質浄化の一手段として期待される干潟について、基礎的な構造や機能を有機物浄化量を評価する観点から調査した。調査した干潟での有機物浄化量は浜名湖への流入炭素負荷量の約0.4%程度であった。

Key words : 干潟, 浄化量, 呼吸速度, 浜名湖

Tidal flat, Purification magnitude, Respiration rate, Hamanako lake

### はじめに

干潟とは波浪から遮断された穏やかな浅い入り江や湾内で、潮汐作用の大きいところに発達する湿地。原則として1日2回干出と水没を繰り返す<sup>1)</sup>。あるいは、満潮時に海面下に沈み、干潮時に海面上に現れる主として砂泥あるいは粘土質からなる平坦な土地の一般的名称<sup>2)</sup>等と定義されている。

干潟には多様な生物の分布が見られ、近年その自然環境の保全や海域浄化の機能が注目されてきている。しかし、一方では埋め立てや沿岸開発の名のもとに直立護岸が形成され干潟は急速に消失しつつある現状にある。

干潟の浄化能力の評価としては、これまでに、干潟において海浜部と沖合い部での水質変化を比較するとCODが海浜部で概ね低く、有機物の浄化機能が認められたという報告<sup>3)</sup>や、マクロベントスの浄化能のみからの定量的評価の例<sup>4)</sup>、干潟土壌の深さを考慮しない定量的

評価の例<sup>4)</sup>、等がある。さらにDye<sup>5)</sup>は生物の酸素消費速度から浄化能を評価し、McLachlan等<sup>6)</sup>はマイクロからマクロ生物までの食物連鎖を通じて炭素循環を定量化した。しかし、これらの研究においても海水の浸透深度、生物の活動深度など生息空間の範囲は考慮されていない。

李等<sup>7)</sup>は干潟の創出ならびに管理手法に関する基礎的知見を得るため、干潟の物理化学的、生物学的な構造と有機物分解機能を人工及び自然干潟について比較し両者のちがいをおよび浄化能力をもとめた。

浜名湖では浜名湖浄化対策として陸域からの汚濁物質の削減やレイクリフター等湖内浄化対策を施しているが、一部の地点においていまだに環境基準を達成していない。そこで自然浄化能力として期待される干潟の役割を浜名湖の水質浄化の一手段と考えて、李らの研究を参考に干潟の構造、機能等を調査し、干潟に関する基礎的知見の取得および有機物の浄化能力の評価を試みた。

### 実験方法

#### 1 研究対象干潟

浜名湖はほとんど直立護岸で固めてあるので、干潟はあまり発達していない。しかし、南部湖域のアサリの潮

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

干狩りがさかんな部分には干潟が分布している。研究対象干潟は図1に示す弁天島東側の水路脇の蓬萊園前と村櫛海岸の2ヵ所を選んだ。蓬萊園前は周囲の海水が淀んでおり、村櫛海岸は前方が開けている。調査は、大潮時前後の1998年10月20～21日、12月2～3日に行った。

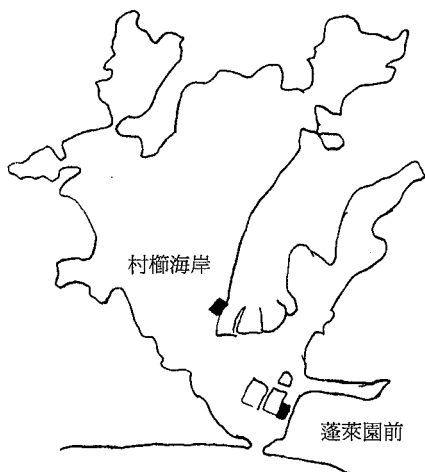


図1 浜名湖

## 2 浄化量の推定

浄化量の推定は、以下のとおり李ら<sup>7)</sup>の手法によった。

干潟の浄化能力は干潟上での物質循環は定常状態であり、干潟への炭素の持ち込みと持ち出しは等しいと考え、干潟からの炭素の持ち出しを定量化し算定した。干潟からの炭素の持ち出しは土壤中の付着藻類、細菌、メイオセントス、マクロセントスの呼吸による二酸化炭素の大気中への拡散によるものとした。

海水由来及び付着藻類が生産した有機物は海水の浸透のない土壌深部にほとんど供給されないことから、今回は浄化の起こる土壌の深さを海水の透水層とし、透水層に棲息する細菌やメイオセントスが浄化に関与しているものとした。マクロセントスは深さに関係なく土壌中に存在するので全マクロセントスが関与するものとした。

## 3 土壌の採取

土壌は大潮時の高潮位と低潮位のほぼ中間点で採取した。内径10.5 cmのポリカーボネイト製円筒を用いて原則として深さ25 cmまでの土壌サンプルを採取した。採取した試料は実験目的によりそのまま、または深さ別に分割して実験室に持ち帰った。

## 4 土壌の物理化学的な特性

干潟土壌の物理化学的な特性を調べるために粒径分布、有機炭素量、強熱減量、酸化還元電位を測定した。粒径分布は土壌サンプルを蒸留水で洗浄脱塩し30%過

酸化水素水で有機物を分解して乾燥した。土壌サンプルをふるい法でレキ (>4.75 mm)、細レキ (2.0～4.75 mm)、粗砂 (0.425～2.0 mm)、細砂 (0.075～0.425 mm)、シルト (<0.075 mm) の五種類に分けた。また中央粒径はJISA 1204の粒径加算曲線表より求めた。

有機炭素量は、105°Cで2時間乾燥させ2 mmメッシュのふるいでふるった土壌試料をWalkley法<sup>9)</sup>により測定した。

強熱減量は、105°Cで乾燥した土壌サンプルの重量を測定し、さらに600±25°Cで加熱し重量の減少を乾燥土壌の重量に対する百分率で表した。

酸化還元電位は、円筒管で採取した土壌を用いて深さ方向の変化を測定した。測定には現地東亜電波製ポータブルORP計 (RM12P) を使用した。

## 5 土壌の水理学的な特性

地下水位測定は、干潟に円筒管を突刺し地下水が十分見えるまで内部の土壌を取り除く。円筒管の中に0.25 mmメッシュのネットをかぶせた円筒型かごをセットし円筒管をはずし安定のため一日放置後、干潮時間を中心に地下水位を測定した。

透水性は変水位透水試験法<sup>9)</sup>により測定した。土壌サンプルの入ったカラムを100メッシュのふるいの上に立て土壌表面から約20 cmになるよう蒸留水を入れて水位低下速度を測定して透水定数  $k$  (cm/s<sup>2</sup>) を次式より求めた。測定では、まず25 cmの土壌サンプルの透水試験を行った後、底から5 cmずつ取り除き順に透水試験を行った。

$$k = (a \cdot L / (t_2 - t_1)) \log (h_2 - h_1)$$

ここで、 $a$  : カラムの断面積 (cm<sup>2</sup>)

$L$  : 試料土の長さ (cm)

$A$  : 試料土の断面積 (cm<sup>2</sup>)

$h_1$  : 時間  $t_1$  のカラム内の水位 (cm)

$h_2$  : 時間  $t_2$  のカラム内の水位 (cm)

## 6 マクロセントスの個体数と種の同定

マクロセントスの計数用土壌は25×25×25 cmのコドラートを用いて採取した。現場で1 mmのふるいにかけて残ったものを直ちにホルマリン10% (v/v) で固定した。実験室に持ち帰りマクロセントスを分別し同定、個体数の計数、現存量の測定を行った。現存量は、貝類の殻を除き105度で乾燥させ重量とした。

## 7 呼吸速度の測定

土壌の呼吸速度は二酸化炭素の発生量から求めた。30

ml のバイアル瓶にベントスを除いた土壌 5 g と緩衝液 15 ml を入れて密栓する。緩衝液は 0.2M トリス(ヒドロキシメチル)アミノメタンを人工海水で 4 倍希釈した後、pH 7.9 に調整した。これを 20°C の恒温室で 24 時間攪拌した後、遠心分離 (1600 rpm, KUBOTA KN-45) し、その上澄み液から緩衝液中の無機炭素を Shimadzu TOC-5000A で測定した。気相中の無機炭素量は無視して呼吸速度の計算をした。

## 結果と考察

### 1 干潟の物理化学的構造

表 1 に両干潟の深度別土壌の粒径分布を示す。中央粒径は、蓬萊園前で表面～2 cm が 0.5 mm、それ以深が 0.6～0.9 mm、村櫛海岸で表面～5 cm が 0.2 mm それ以深が 0.3～0.7 mm であり両者はほぼ同程度であった。

シルト分は蓬萊園前で表面～2 cm で 1.2% それ以深で 0.4～0.9%、村櫛海岸で表面～5 cm で 0.7% それ以深で 1.2～2.6% と表面付近では蓬萊園前が、それ以深では村櫛海岸の方が多かった。

表 1 土壌の粒度分布 単位：%

	深さ (cm)	れき	細れき	粗砂	細砂	シルト
蓬 萊 園 前	0～2	1.0	0.4	50.1	46.5	1.2
	2～5	3.8	0.9	63.0	31.6	0.7
	5～10	2.7	1.0	49.8	45.6	0.9
	10～15	7.1	1.5	72.9	18.1	0.4
	15～20	5.3	1.6	65.0	27.7	0.4
	20～25	1.81	1.4	78.3	17.9	0.5
村 櫛 海 岸	0～5	0.1	0.1	25.9	73.2	0.7
	5～10	0	0.2	35.3	63.2	1.2
	10～15	0.2	0.6	37.6	60.2	1.4
	15～20	1.3	2.1	58.0	36.4	2.2
	20～25	2.1	3.8	65.3	27.0	1.8

表 2 に土壌中の有機炭素量、表 3 に強熱減量を示す。両者とも有機炭素量では深さ 10 cm 前後で大きな値を示すが他はほぼ一定であり、強熱減量は各深さでほぼ一定であった。

表 4 に土壌の酸化還元電位を示す。蓬萊園前では 0～25 cm までほとんど変化せず 243～299 mV であった。村櫛海岸では 15 cm～20 cm までは深くなるに従い酸化還元電位が低下した。

### 2 土壌の水理学的な特性

表 5 に透水係数を示す。蓬萊園前で 0～5 cm で 0.0054、それ以深で 0.035～0.046 cm/s<sup>2</sup>、村櫛海岸ではそれぞれ 0.057、0.026～0.054 cm/s<sup>2</sup> であり、若干村櫛

表 2 有機炭素量 単位：Cmg/dg

	深さ (cm)	有機炭素量
蓬 萊 園 前	0～2	7.69
	2～5	5.77
	5～10	15.0
	10～15	17.1
	15～20	7.64
村 櫛 海 岸	20～25	3.82
	0～5	7.91
	5～10	12.4
	10～15	6.81
	15～20	4.70
	20～25	8.69

表 3 土壌の強熱減量 単位：%

	深さ (cm)	強熱減量
蓬 萊 園 前	0～2	1.54
	2～5	1.48
	5～10	1.34
	10～15	1.61
	15～20	1.32
村 櫛 海 岸	20～25	1.12
	0～5	0.92
	5～10	0.96
	10～15	1.03
	15～20	1.03
	20～25	1.11

表 4 土壌の酸化還元電位 単位：mV

	深さ (cm)	酸化還元電位
蓬 萊 園 前	0～2	289
	2～5	274
	5～10	298
	10～15	299
	15～20	278
	20～25	243
村 櫛 海 岸	0～2	309
	2～5	233
	5～10	123
	10～15	66
	15～20	0.2
	20～25	184

海岸の方が大きい。砂泥内に侵入する水の速度を規定する粒子の臨界サイズは 0.1～0.2 mm とみなされている<sup>10)</sup>ことから、蓬萊園前の表面付近のシルト分がやや多いことと対応している。

干潮時の地下水位の低下は村櫛海岸で 6 cm、蓬萊園前で 2 mm であった。この深さが干潟土壌への海水の侵入する範囲で海水中の有機物の分解に大きく寄与している領域と考えられる。

表5 土壌の透水係数

		単位: cm/sec
	深さ (cm)	透水係数
蓬萊園前	0~5	0.054
	5~10	0.046
	10~15	0.035
	15~20	0.038
	20~25	0.038
村檜海岸	0~5	0.057
	5~10	0.054
	10~15	0.034
	15~20	0.026
	20~25	0.038

### 3 マクロベントスの量

マクロベントスの現存量は表6に示す。量としては非常に少なく、村檜海岸では多毛類のゴカイのみで、蓬萊園前では節足動物のシャコが中心であった。これらから呼吸量を文献値<sup>7)</sup>を使って計算すると蓬萊園で173 mgC/d、村檜海岸で145 mgC/dである。

またマクロベントスの量は季節変動すると考えられるので今後も観察を続ける予定である。

表6 マクロベントスの現存量

		単位: g
蓬萊園前	節足動物	0.75
	軟体動物	0.11
	多毛類	0.11
村檜海岸	多毛類	0.54

### 4 土壌の呼吸量

表7に土壌の深さ別の呼吸量を示す。蓬萊園前では深さによる変化はあまりなく、表面~2 cmで1日当たり44  $\mu\text{gC}/\text{dg}$ でありそれ以深でもほぼ一定、村檜海岸でも表面~5 cmで20  $\mu\text{gC}/\text{dg}$ でそれ以深でもほぼ一定であった。これらから透水層における1 m<sup>2</sup>当たり1日の呼吸量は蓬萊園で167 mgC、村檜海岸で1910 mgCである。単位重量当たりの呼吸量は蓬萊園前の方が約2倍であるが、透水層が非常に薄いので単位面積当たりに換算すると約1/10となる。

### 5 干潟の浄化量

浄化量は土壌中の細菌等の呼吸量とマクロベントスの呼吸量から求める。干潟としての浄化量は、蓬萊園前では1 m<sup>2</sup>当り1日340 mgC、村檜海岸で2050 mgCとなる。目視で求めた概算の面積は、蓬萊園前が約5000 m<sup>2</sup>、村檜海岸が約9000 m<sup>2</sup>であるのでその浄化量は1日当たりそれぞれ約1.7 kgC、23 kgCである。浜名湖への流入炭素負荷量は、1日当たり5680.3 kgC<sup>11)</sup>である(ここで

表7 土壌の呼吸量

		単位: $\mu\text{gC}/\text{dgd}$
	深さ (cm)	呼吸量
蓬萊園前	0~2	44
	2~5	33
	5~10	39
	10~15	22
	15~20	44
	20~25	41
村檜海岸	0~5	20
	5~10	27
	10~15	31
	15~20	30
	20~25	27

炭素変換係数0.86 C/Cod<sup>7)</sup>を用いた)のと比べると両者を加えても約0.4%程度である。

また他の干潟の浄化量の値をみると、1 m<sup>2</sup>1日当たり岡山湾で414~5090、New BrunswickのPecks Coveで366、広島湾で1674~22068 mgC等<sup>7)</sup>と広い範囲に渡っている。これらの中で蓬萊園前は低い部類に村檜海岸は平均的な部類に属すると考えられる。

## ま と め

干潟の浄化能力に対し、これまでの結果では過大な評価をすることは難しいが、自然が持つ浄化作用として、今後の環境保全、さらには環境の創造という視点からも、干潟を評価する必要がある。

## 参 考 文 献

- 1) 栗原：干潟は生きている，岩波書店，12 (1980)
- 2) 日本水産学会編：水域の自然作用と浄化，恒星社厚生閣，111-136 (1979)
- 3) 木村賢史：東京都環境科学研究所年報，89-100 (1992)
- 4) 倉田隆喜：瀬戸内海，4，76 (1995)
- 5) Dye, A. H: Coastal and Shelf Science, 13, 671-680 (1981)
- 6) Mclachlon, A et al.: Proc. Europ. Mar. Bio. Symp., 356-371 (1990)
- 7) 李奎他：水環境学会誌，20, (3), 175-184 (1997)；前掲書，21, (3), 149-156 (1998)
- 8) 日本水産資源保護協会編：水質汚濁調査指針，246-248 (1980)
- 9) 土質工学会編：土質工学ハンドブック，土質工学会，65-72 (1979)
- 10) 時岡隆他：海の生態学，築地書店，279-288 (1972)
- 11) 静岡県：浜名湖水質環境管理計画(第2次)，61(1993)

## 水生植物を利用した水質浄化法について

大気・水質部 水質環境スタッフ 瀧本俊晴, 田口弘道, 石渡達也  
鈴井孝雄, 五十嵐保正, 室伏由紀  
飯嶋章一

Water Purification by Use of Aquatic Plants

Toshiharu TAKIMOTO, Hiromichi TAGUCHI, Tatsuya ISHIWATA  
Takao SUZUI, Yasumasa IGARASHI, Yuki MUROFUSHI  
and Shōichi IJIMA

三ヶ日町が設置した水生植物を利用した汚濁水路浄化施設の浄化効果について調査した。放流水路の年間水質調査結果は、BOD、SS、T-Pについては設計水質以下の安定した水質を保持し、CODはBODに比較し低い除去率であった。T-Nは12月～3月に設計水質を超えており、水生植物等での除去率は平均23.9%であった。T-Pは水生植物等での除去率は37.8%でT-Nより高い除去効果があった。7月と11月に調査した24時間水質調査結果では、1日当たりの流入負荷量が判明するとともに、水生植物等によるT-N・T-Pの除去効果は植物の生育状況が良好な7月が高く、T-PはT-Nより高いことが判明した。

Key words : 水生植物, 休耕田

Aquatic plants, Flooded paddy field

### はじめに

近年、生活排水による河川・湖沼の水質汚濁が問題となっている。こうした問題を解決するためには下水道や合併浄化槽の普及が必要であるが、それまでにはある程度の時間を必要とする。このため、その間の対策として維持管理が容易で、施設費等にも多額の費用を費やさないう処理システムが求められている。ここに報告する汚濁水路浄化施設による方法もその対策の一である。

平成9年度三ヶ日町が生活排水汚濁水路の直接浄化対策として、休耕田を利用した汚濁水路浄化施設を設置した。この施設は接触酸化法に三次処理として水生植物を利用した県内初めての施設であることから、この浄化効果について検討したので報告する。

静岡県環境衛生科学研究所  
(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)  
Shizuoka Institute of Environment and Hygiene  
(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

### 調査方法

#### 1 調査期間

1998年6月～1999年3月

#### 2 調査場所

引佐郡三ヶ日町都築において、野地地区の約50戸の家庭排水を施設で処理し、排水は猪鼻湖に流入している。

#### 3 汚濁水路浄化施設

汚濁水路浄化施設は、生活排水浄化事業のモデル事業として三ヶ日町が国、県の補助を受け整備した施設であり、1998年3月に完成し運転を開始した。この施設は、微生物による接触酸化処理後、4系列の植物水路で浄化するものである。汚濁水路浄化施設の概要を図-1に、各施設の設計諸元を表1に、設計水質を表2に示した。

#### 4 調査方法

1998年3月、汚濁水路浄化施設が完成し運転を開始した。接触酸化槽のろ材に微生物が馴養したと思われる6月から翌年3月までの月1回の年間水質調査と、7月、11月に約2時間間隔の24時間水質調査を実施した。

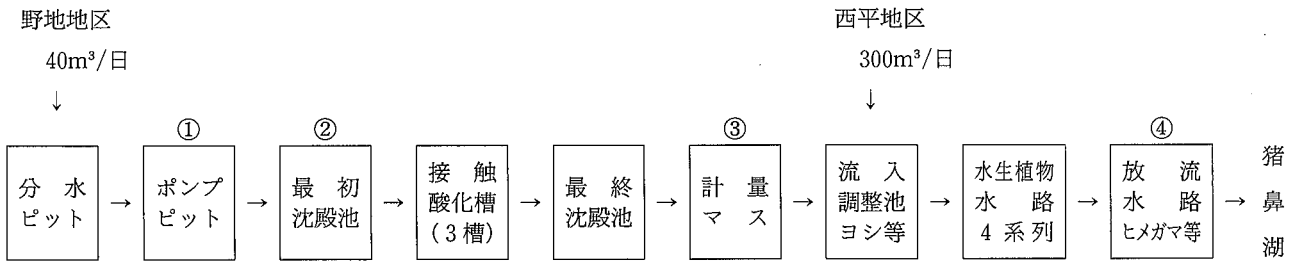


図1 汚濁水路浄化施設の概要

表1 各施設的设计諸元

施設名	設計諸元
ポンプピット	容積：2.4m³
最初沈殿池	容積：5.2m³，滞留時間：3.1h
接触酸化槽	第1槽 ひも状ろ材，容積：7.5m³
	第2槽 プラスチックろ材，容積：7.5m³
	第3槽 軽石ろ材，容積：3.0m³
最終沈殿池	容積：8.1m³，滞留時間：4.9h
流入調整池	面積：7.7m²，ヨシ18ポット，ヒメガマ18ポット
水生植物水路	W0.35m×L25.5m×水深0.1m×4系列 ハナショウブ155ポット×2系列，クレソン110ポット×2系列
放流水路	面積：29.8m²，ヨシ52ポット，ヒメガマ81ポット

表2 設計水質

	施設入口	計量マス	施設出口
流量 (m³/日)	40	40	40
BOD (mg/l)	40	8	5
SS (mg/l)	20	5	3
T-N (mg/l)	8	-	5
T-P (mg/l)	5	-	3

調査場所は、月1回の年間水質調査は図-1の①～④、24時間水質調査は①、③、④とした。当初、植物種類ごと（水路別）の浄化効果を確認する予定であったが、水路ごとの流量調整が困難なため実施しなかった。調査期間中西平地区からの汚濁水路浄化施設への流入はほとんどなかった。調査項目と分析法を表3に示した。

表3 調査項目と分析法

調査項目	分析法
pH	JIS K0102 12.1 ガラス電極法
DO	JIS K0102 32.1 ウィンクラーアジ化ナトリウム 変法
BOD	JIS K0102 21 生物化学的酸素要求量
COD	JIS K0102 17 100°CにおけるKMNO4による酸消費量
SS	環境庁告示第59号 (46.12.28) 付表 8
T-N	JIS K0102 45.2 紫外吸光度法
T-P	JIS K0102 46.3.1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法

## 調査結果

### 1 年間水質調査結果

年間（1998年6月～1999年3月）の水質調査結果（経月変化）の概要を表4に示した。

#### 1) pH

pHの経月変化を図2に示した。

ポンプピットのpHは7.2～7.7の間で変動したが、その幅は0.5と小さいものであった。放流水路はpH7.0～8.8の間で大きく変動し、7～10月に高くなる傾向にあった。これは放流水路の水深が0～10cmと浅いため、太陽光による光合成により水中のCO<sub>2</sub>が消費されpHが上昇したものと推測された。

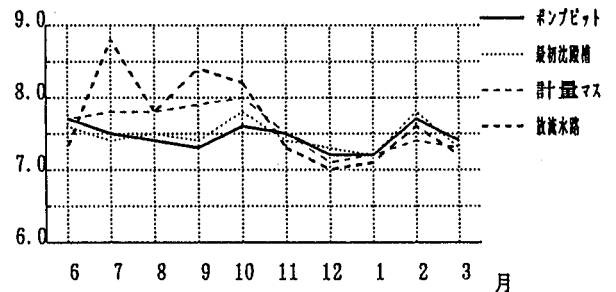


図2 pH経月変化

#### 2) BOD

BODの経月変化を図3に示した。

BODはポンプピットで3.6～25.6 mg/l（平均12.1 mg/l）、放流水路は0.5～1.8 mg/l（平均1.1 mg/l）と安定した水質を保持し、除去率90.9%と良好な結果であった。最初沈殿槽での除去効果は、平均1.1 mg/l（除去率9.1%）であった。これはポンプピットのSS濃度が低かったため最初沈殿槽でのSS除去効果があまり働かず、SSに起因するBODが除去されなかったためと思われる。接触酸化槽での除去効果は、平均10.3 mg/l（除去率は85.1%）と良好な結果であった。水生植物等での除去効果は、平均0.7 mg/l（除去率38.9%）であった。しかし、月によっては計量マスより放流水路の水質が高い時もあり、生植物等での除去は必ずしも安定したものではなかった。

表4 水質調査結果（経月変化）の概要

		pH	BOD	COD	SS	T-N	T-P
ポンプピット	水質範囲	7.2~7.7	3.6~25.6	7.7~20.1	5~17	4.50~10.86	0.30~1.71
	平均	7.5	12.1	11.6	10.6	6.59	0.76
最初沈殿槽	水質範囲	7.2~7.8	4.2~20.0	7.7~18.1	5~15	4.02~11.46	0.33~1.75
	平均	7.4	11.0	11.1	8.6	7.32	0.80
	除去率(%)	—	9.1	4.3	15.7	—	—
計量マス	水質範囲	7.1~8.0	<0.5~4.3	5.2~9.4	<1~2	3.71~9.84	0.18~1.04
	平均	7.6	1.8	6.4	1.2	6.18	0.54
	除去率(%)	—	85.1	44.8	88.7	6.2	29.3
放流水路	水質範囲	7.0~8.8	<0.5~1.8	5.3~7.9	<1~3	2.54~7.93	0.10~0.87
	平均	7.7	1.1	6.2	1.2	4.70	0.33
	除去率(%)	—	90.9	46.6	88.7	28.7	56.0

水質の単位は pH を除き mg/l, 計量マスの除去率はポンプピットからの除去率である, 放流水路の除去率は施設全体の除去率である

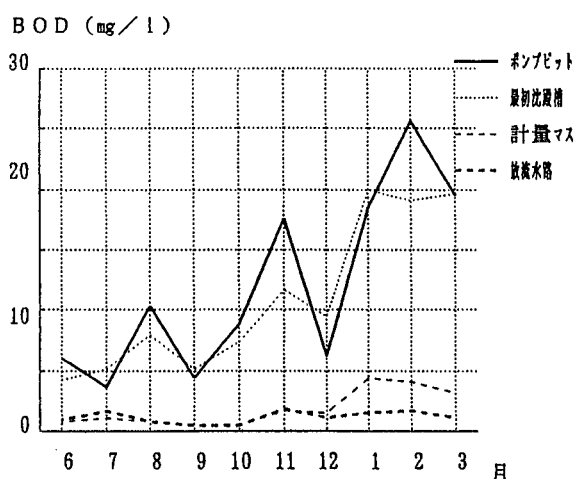


図3 BOD経月変化

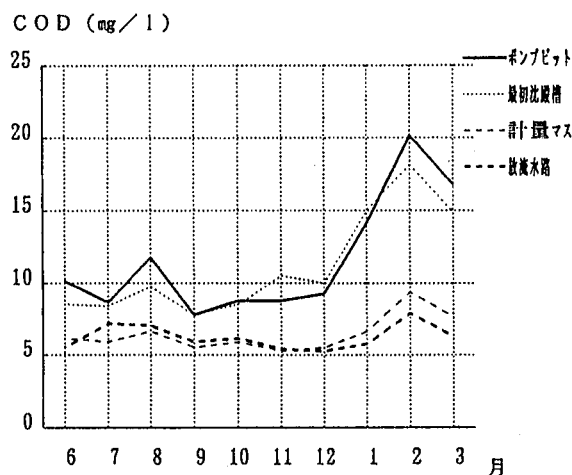


図4 COD経月変化

### 3) COD

CODの経月変化を図4に示した。

CODはポンプピットで7.7~20.1 mg/l (平均11.6 mg/l), 放流水路は5.3~7.9 mg/l (平均6.2 mg/l) で除去率46.6%であった。最初沈殿槽での除去効果は、平均0.5 mg/l (除去率4.3%) であった。これはBODと同様、最初沈殿槽でのSS除去効果があまり働かず、SSに起因するCODが除去されなかったためと思われる。接触酸化槽での除去効果は、平均5.2 mg/l (除去率44.8%) であった。接触酸化槽はBOD除去施設であるため、COD除去率はBODに比較し低い値であった。水生植物等での除去効果は、平均0.2 mg/l (除去率3.1%) であった。しかし、月によっては計量マスより放流水路の水質が高い時もあり、水生植物等での除去は必ずしも安定したものではなかった。

### 4) SS

SSの経月変化を図5に示した。

SSはポンプピットで5~17 mg/l (平均10.6 mg/l), 放流水路は<1~3 mg/l (平均1.2 mg/l) で安定した水質を保持し、除去率88.7%と良好な結果であった。最初沈殿槽での除去効果は、平均2.0 mg/l (除去率18.8%) であった。これはポンプピットへの流入水が途中の水路やポンプピットでの沈殿等でSS濃度が低くなり、さらにはSSの粒径も小さくなったため最初沈殿槽でのSS沈殿効果があまりなかったと思われる。このため、前述したとおり、SSに起因するBOD及びCODの最初沈殿槽での除去率が低くなったと思われる。接触酸化槽での除去効果は、平均9.4 mg/l (除去率は88.7%) と良好な結果であった。水生植物等での除去効果は、計量マスと放流水路の水質が1.2 mg/l とほとんど同じであり認められなかった。これは、接触酸化槽においてSSが十分に処理されたためと思われる。



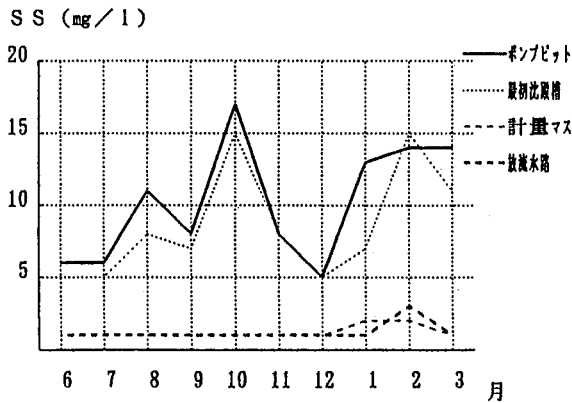


図5 SS経月変化

5) T-N

T-Nの経月変化を図6に示した。

T-Nはポンプピットで4.50~10.86 mg/l (平均6.59 mg/l), 放流水路は2.54~7.93 mg/l (平均4.70 mg/l) で12月~3月に設計水質 (5 mg/l) を超えており除去率は28.7%であった。最初沈殿槽での除去効果は、ポンプピットより最初沈殿槽で0.73 mg/l高くなっており除去効果は認められなかった。これは、最初沈殿槽に沈殿した堆積物により最初沈殿槽の底部は嫌気性となっており、これからT-Nが再溶出していたことも考えられる。接触酸化槽での除去効果は、平均0.41 mg/l (除去率6.2%)であったが、月によっては計量マスの水質の方が高い時もあり、必ずしも安定したものではなかった。水生植物等での除去効果は、平均1.48 mg/l (除去率23.9%)であった。

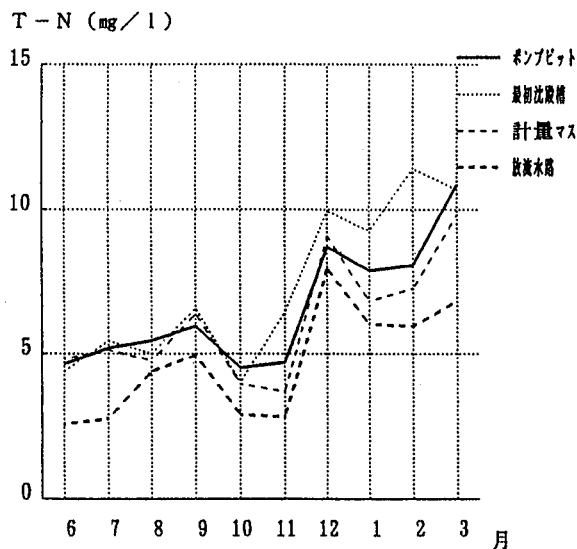


図6 T-N経月変化

6) T-P

T-Pの経月変化を図7に示した。

T-Pはポンプピットで0.30~1.71 mg/l (平均0.76

mg/l), 放流水路は0.10~0.87 mg/l (平均0.33 mg/l) で安定した水質を保持し、除去率56.0%であった。最初沈殿槽での除去効果は、ポンプピットより最初沈殿槽で0.04 mg/l高くなっており浄化効果はなかった。これはT-Nと同様、最初沈殿槽の底部の堆積物からT-Pが再溶出していたことも考えられる。接触酸化槽での除去効果は、平均0.22 mg/l (除去率29.3%)であった。水生植物等での除去効果は、平均0.20 mg/l (除去率37.8%)であった。全体の除去効果を見るとT-PはT-Nより高い除去率であった。

T-P (mg/l)

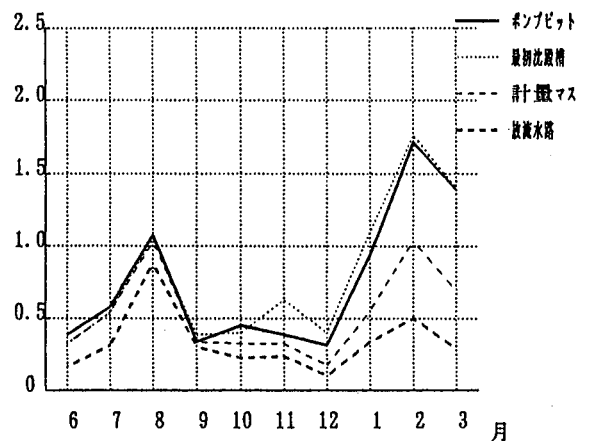


図7 T-P経月変化

2 24時間水質調査結果

1998年7月と11月に調査した約2時間間隔の24時間水質調査結果の概要を表5に示した。

1) pH

7月, 11月のpHの経時変化を図8に示した。

7月のポンプピットのpHは7.1~7.6で、放流水路はpH 7.0~8.8の間で変動し昼間高くなる傾向にあった。これは放流水路の水深が浅いため、光合成により水中のCO<sub>2</sub>が消費されpHが上昇したものと推測された。11月のポンプピットのpHは7.5~7.8で、放流水路は

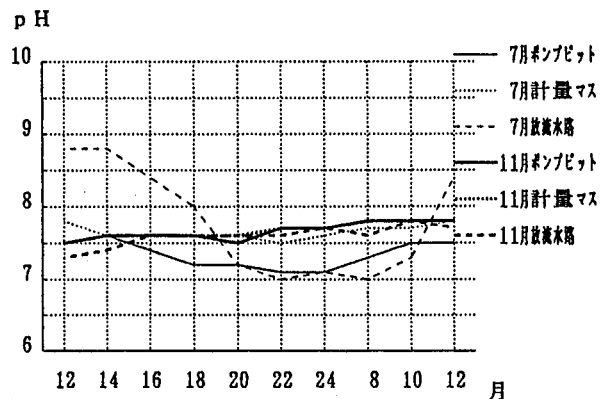


図8 pH経時変化

表5 24時間水質調査結果の概要

		pH		BOD		COD		T-N		T-P	
		7月	11月	7月	11月	7月	11月	7月	11月	7月	11月
ポンプ ピット	最大	7.6	7.8	6.8	17.6	9.7	11.6	8.77	7.30	1.16	0.70
	最小	7.1	7.5	3.1	5.1	7.3	6.0	5.21	3.41	0.58	0.22
	平均水質(mg/l)	7.3	7.7	4.1	9.0	8.4	7.4	5.98	4.17	0.707	0.318
	負荷量(g/日)	-	-	247.08	542.08	510.59	453.66	364.72	258.74	43.95	18.93
計 量 マ ス	最大	7.8	7.8	1.3	2.0	6.3	5.6	7.79	4.75	0.61	0.36
	最小	7.5	7.5	0.6	<0.5	5.7	4.3	4.92	3.71	0.49	0.28
	平均水質(mg/l)	7.7	7.7	1.1	1.4	6.0	5.1	5.56	4.19	0.525	0.321
	負荷量(g/日)	-	-	65.34	83.59	373.80	322.73	337.21	270.08	31.42	20.45
	除去率(%)	-	-	73.2	84.4	28.6	31.1	7.0	-	25.7	-
放 流 水 路	最大	8.8	7.8	1.7	1.8	7.1	5.8	2.91	3.74	0.42	0.30
	最小	7.0	7.3	0.8	<0.5	6.6	4.9	1.97	2.83	0.29	0.22
	平均水質(mg/l)	7.8	7.6	1.2	1.1	6.9	5.4	2.51	3.29	0.331	0.243
	負荷量(g/日)	-	-	65.81	76.14	419.18	348.07	154.29	214.37	19.60	15.77
	水生植物除去率(%)	-	-	-	21.4	-	-	54.9	21.5	37.0	24.3
	施設除去率(%)	-	-	70.7	87.8	17.9	27.0	58.0	21.1	53.2	23.6

計量マスの除去率はポンプピットからの除去率である。水生植物の除去率は計量マスからの除去率である。  
流量：7月 61.24 m<sup>3</sup>/日, 11月 63.60 m<sup>3</sup>/日

7.3~7.8の間で変動し、7月にみられたpHの上昇は小さく、変動幅も小さいものであった。

2) BOD

7月, 11月のBODの経時変化を図9に示した。

7月のポンプピットのBODは3.1~6.8 mg/l (平均4.1 mg/l)、放流水路は0.8~1.7 mg/l (平均1.2 mg/l)と安定した水質を保持し、除去率70.7%と良好な結果であった。11月のポンプピットのBODは5.1~17.6 mg/l (平均9.0 mg/l)で、放流水路は<0.5~1.8 mg/l (平均1.1 mg/l)と安定した水質を保持し、除去率は87.8%と良好な結果であった。11月の除去率が高い値を示したが、これは11月のポンプピットの濃度が高かったためであり、放流水路の値は7月, 11月とも同程度であった。水生植物等での除去効果は、7月, 11月とも計量マスと放流水路とではあまり大差ないことから大きな除去効果は認められなかった。BOD流入負荷量は、7

月：247.08 g/日, 11月：542.08 g/日と、約2倍の違いがあったが、これは両月の流量がほとんど同じであったことから流入BOD濃度が11月の方が高かったためである。この負荷量は一人当たりのBOD負荷量(30~40 g/日)から換算すると、約8~18人に相当する。

3) COD

7月, 11月のCODの経時変化を図10に示した。

7月のポンプピットのCODは7.3~9.7 mg/l (平均8.4 mg/l)で、放流水路は6.6~7.1 mg/l (平均6.9 mg/l)、除去率は17.9%であった。11月のポンプピットのCODは6.0~11.6 mg/l (平均7.4 mg/l)で、放流水路は4.9~5.8 mg/l (平均5.4 mg/l)で除去率は27.0%であった。7月, 11月ともBODに比較し低い除去率であった。水生植物等での除去効果は、むしろ放流水路での水質が高い場合が多くBODと同様水生植物等による大きな除去効果は認められなかった。COD流入負荷量は、7月：510.59 g/日, 11月：453.66 g/日で、BODでは11月が7月の約2倍であったが、CODでは11月が減少し、7月の約90%であった。この負荷量は一人当たりのCOD負荷量(15~20 g/日)から換算すると、約22~34人に相当する。なお、1日当たりの負荷量からBOD/CODを算出すると、7月：0.48, 11月：1.19で、7月の流入水のCODの比率が高かった。

4) T-N

7月, 11月のT-Nの経時変化を図11に示した。

7月のポンプピットのT-Nは5.21~8.77 mg/l (平均5.98 mg/l)で、放流水路は1.97~2.91 mg/l (平均2.51 mg/l)で、除去率は58.0%であった。11月のポン

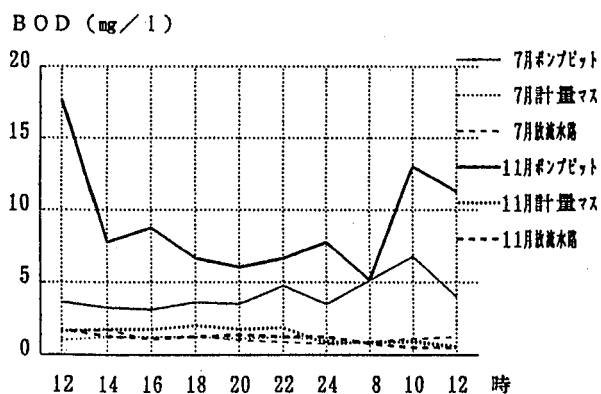


図9 BOD経時変化

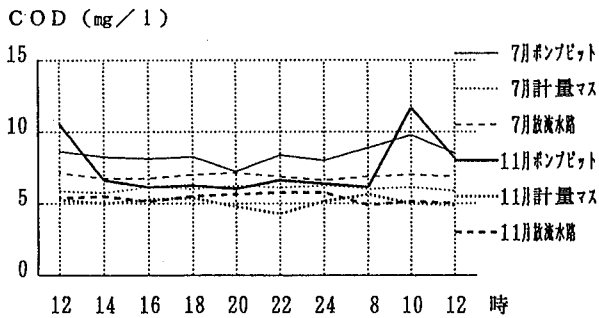


図10 COD経時変化

ピットのT-Nは3.41~7.30 mg/l (平均4.17 mg/l) で、放流水路は2.83~3.74 mg/l (平均3.29 mg/l) で、除去率は21.1%であった。7月の除去率が高い値を示したが、これは7月のポンプピットのT-N濃度が高かったためと水生植物の生育が良好であったためと思われる。T-N流入負荷量は、7月:364.72 g/日, 11月:258.74 g/日であった。接触酸化槽での除去効果は、7月の除去率7.5%, 11月は計量槽で増えていることから、あまり望めないと思われる。水生植物等による除去効果は7月54.9%, 11月21.5%であり、夏場に高い除去効果を示した。これは夏場、水生植物の生育が活発になったためと思われる。

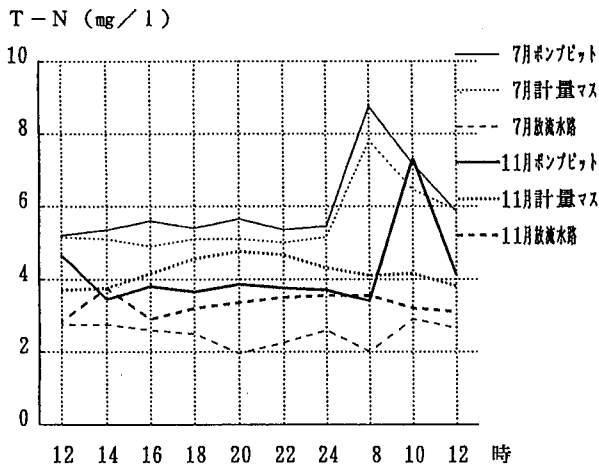


図11 T-N経時変化

5) T-P

7月, 11月のT-Pの経時変化を図12に示した。

7月のポンプピットのT-Pは0.58~1.16 mg/l (平均0.707 mg/l) で、放流水路は0.29~0.42 mg/l (平均0.331 mg/l) で、除去率は53.2%であった。11月のポンプピットのT-Pは0.22~0.70 mg/l (平均0.318 mg/l) で、放流水路は0.22~0.30 mg/l (平均0.243 mg/l) で、除去率は23.6%であった。7月の除去率が高い値を示したが、これはT-N同様7月のポンプピットのT-P濃度が高かったためと水生植物の生育が良好

であったためと思われる。T-P流入負荷量は、7月:43.95 g/日, 11月:18.93 g/日で、7月は11月の2.3倍であった。接触酸化槽での除去効果は、7月の除去率25.7%, 11月は計量槽で増えていることから、T-N同様あまり望めないと思われる。水生植物等による除去効果をみると、7月37.0%, 11月24.3%であり、夏場に高い除去率を示した。これは夏場、水生植物の生育が活発になったためと思われる。

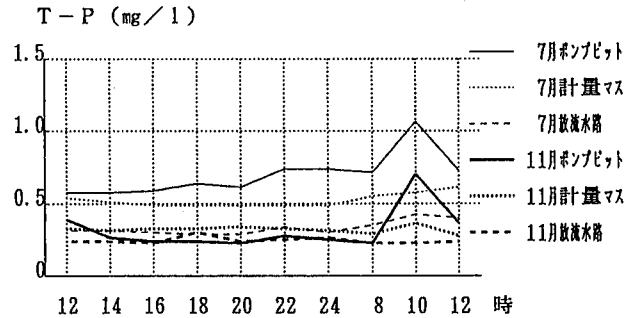


図12 T-P経時変化

ま と め

- 1 年間水質調査結果では、放流水路のpHは7~9月に高くなる傾向にあった。BODは設計水質(5 mg/l)以下の安定した水質を保持し、除去率は90.9%と良好な結果であった。CODの除去率は46.6%で、BODに比較し低い値であった。SSは設計水質(3 mg/l)以下の安定した水質を保持し、除去率は88.7%と良好な結果であった。T-Nは12月~3月に設計水質(5 mg/l)を超えており、除去率は28.7%であった。T-Pの除去率は56.0%でT-Nより高い除去率であった。
- 2 24時間水質調査では、7月の放流水路のpHは昼間高くなる傾向にあり、11月にはpHの上昇はなく変動幅も小さいものであった。放流水路のBODは7月, 11月ともに安定した水質を保持し、除去率も良好であった。一日当たりのBOD流入負荷量は約8~18人に相当した。CODの除去率はBODより低い値であった。一日当たりのCOD流入負荷量は約22~34人に相当した。T-N, T-Pの除去率は7月が高い値を示したが、これは7月のポンプピットの濃度が高かったためと水生植物の生育が良好であったためと思われる。

文 献

- 1) 橋本圭司他:生活排水調査について(第2報), 静岡県衛生環境センター報告, 25, 99~108 (1982)
- 2) 木下佳彦他:休耕田を利用した水質浄化法について, 静岡県環境衛生科学研究所報告, 39, 27~31 (1997)

## 環境基準未達成水域の原因究明調査 —牛淵川—

大気・水質部 水質環境スタッフ 鈴井孝雄, 田口弘道, 石渡達也  
五十嵐保正, 瀧本俊晴, 室伏由紀  
小原九一, 飯嶋章一, 木下佳彦\*

Research for the Cause of Water Pollution in the Area of Exceeding Environmental Quality Standard  
— Ushibuchi River —

Takao SUZUI, Hiromichi TAGUCHI, Tatsuya ISHIWATA,  
Yasumasa IGARASHI, Toshiharu TAKIMOTO, Yuki MUROFUSHI  
Kuichi KOHARA, Shōichi IJIMA and Yoshihiko KINOSHITA\*

牛淵川の環境基準未達成の原因究明調査を行った結果、冬期の水質の悪化が原因であり、流量の減少が背景となっていることがわかった。発生源調査から BOD 負荷量の 26% を産業系、57% を生活系排水が占め、環境基準未達成の主な原因は、生活系排水にあると思われた。環境基準達成のためには、負荷量の削減が必要である。

Key Words : 環境基準, 冬期水質, BOD 負荷量, 生活系排水, 合併浄化処理  
Environmental quality standard, The winter water quality, BOD pollutant load,  
Domestic wastewater, Small scale on-site domestic sewage treatment plant

### はじめに

牛淵川は、菊川町牛淵上地区から源を發し、小笠町、大東町を経て菊川と合流する支流である。この河川は平成 2 年 4 月 1 日に環境基準 B 類型に指定されたが、近年環境基準を超過する状況があり、その原因の把握と対策が必要となっている。

そこで、牛淵川の環境基準未達成の原因究明調査を行ったのでその結果を報告する。

静岡県環境衛生科学研究所  
(〒420-8637, 静岡市北安東 4-27-2)  
Shizuoka Institute of Environment and Hygiene  
(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)  
\*中遠農林事務所小笠支所  
(小笠郡浜岡町合戸字海岸4433)  
\*Shizuoka Chuen Agricultural Extension Center Ogasa-  
Branch Office (4433, Aza-Kaigan, Godo, Hamaoka-town,  
Ogasa, Shizuoka, 437-16, Japan)

### 方 法

#### 1 調査時期および調査地点

調査時期 ; 1996 年 11 月 ~ 1998 年 11 月

調査地点 ; 牛淵川鹿島橋, 船渡樋管, 鍾撞木樋管, 蟹が島樋管, 捨田樋管, 堂山橋, 嶺田悪水樋管, 江川悪水樋管, 藤の木悪水樋管, 黒沢樋管, 明治橋, 小松先橋,

表-1 調査項目および試験方法

調査項目	試験方法
気温	ガラス製棒状温度計
水温	ガラス製棒状温度計
色相	肉眼観察
臭気	臭覚による
透視度	透視度計による
流量	電流流速計, メジャー
pH	ガラス電極法
DO	JIS K 0102 32.1
BOD	JIS K 0102 21
COD	JIS K 0102 17
SS	環境庁告示 59 号 付表 9
塩素イオン	モール法

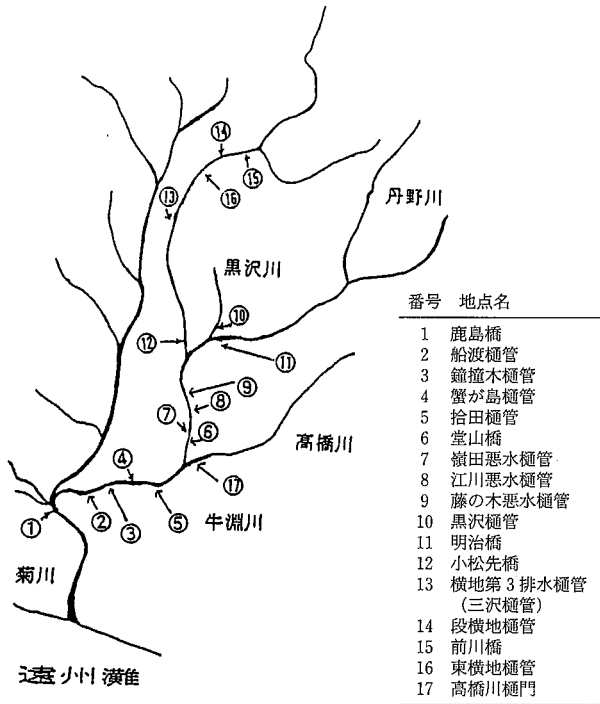


図-1 牛淵川地点番号流域図

横地第3排水樋管(三沢樋管)、段横地樋管、前川橋、東横地樋管、高橋川樋門の調査地点を図1に示す。

2 調査項目および試験方法

調査項目および試験方法を表1に示す。

3 調査方法

公共用水域の常時監視結果及び、河川水質詳細調査の

結果と工場事業場の実態、家庭排水の状況等、発生源調査の結果から検討を行った。

結果および考察

1 環境水質常時監視

(1) 鹿島橋における環境水質の状況

公共用水域の常時監視結果から牛淵川鹿島橋におけるBOD 75%値の推移を見ると、1992年から3 mg/lを越え、環境基準値B類型 (BOD 3 mg/l以下) を超過している(図2)。1995年4月から1998年3月までの水質(BOD)を連続的に並べてみると、毎年5月頃から8月にかけて水質は改善され、再び冬に向かって水質が悪化していく年周期が見られた。そこで月ごとに集計を行うと、11月から翌年5月にかけて3 mg/lを越える傾向が明らかとなった(図3)。堂山橋においても同様に、12月から翌年6月まで3 mg/lを越えていた(図4)。そのため5月から10月を夏期とし、11月から4月までを冬期として比較した(図5)。鹿島橋の夏期の平均BODは2.7 mg/lに対し、冬期は4.7 mg/lと冬期の水質が悪いことがわかる。

(2) 堂山橋における負荷量の状況

堂山橋の負荷量(流量×BOD濃度)についてみると、水質のようにはっきりとした年周期は見られないが、4月から6月にかけて400 kg/dを超える負荷量があり、1月を除いて200 kg/d前後で推移している(図6)。堂山橋のBODは、夏期で2.8 mg/lに対し、冬期は4.2 mg/l

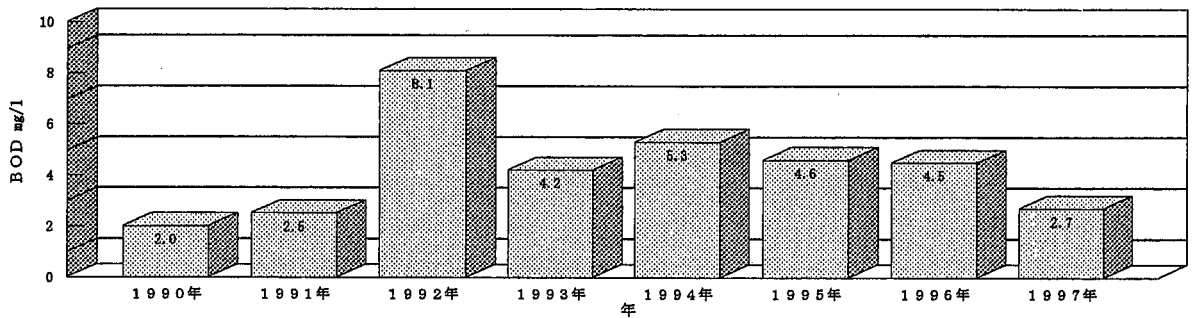


図-2 鹿島橋に於ける75%値 (BOD mg/l)

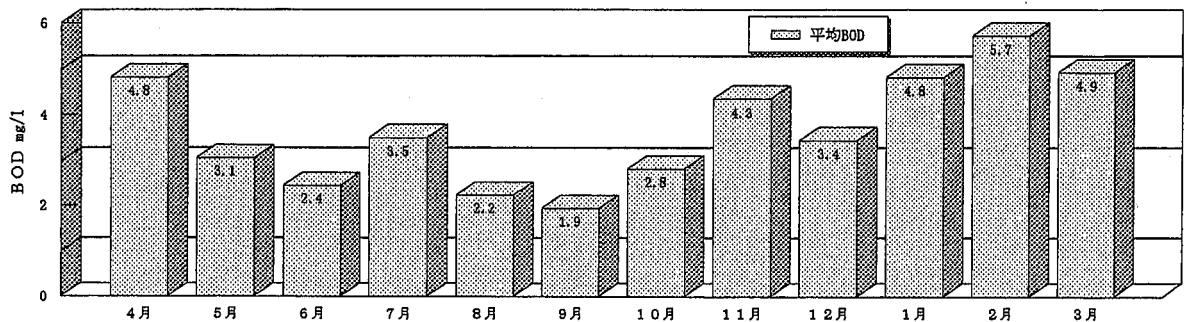


図-3 鹿島橋のBOD月別比較 (90~97年)

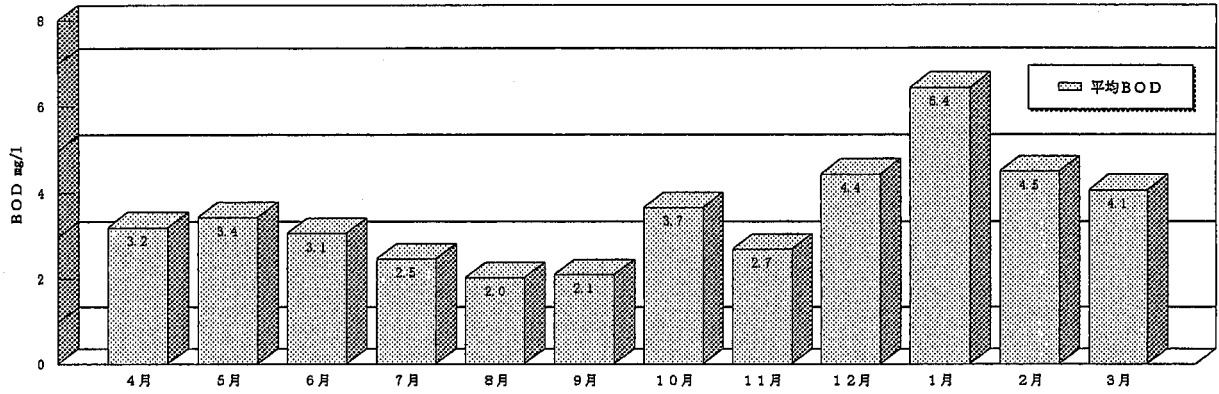


図-4 堂山橋のBOD月別比較 (95~98年)

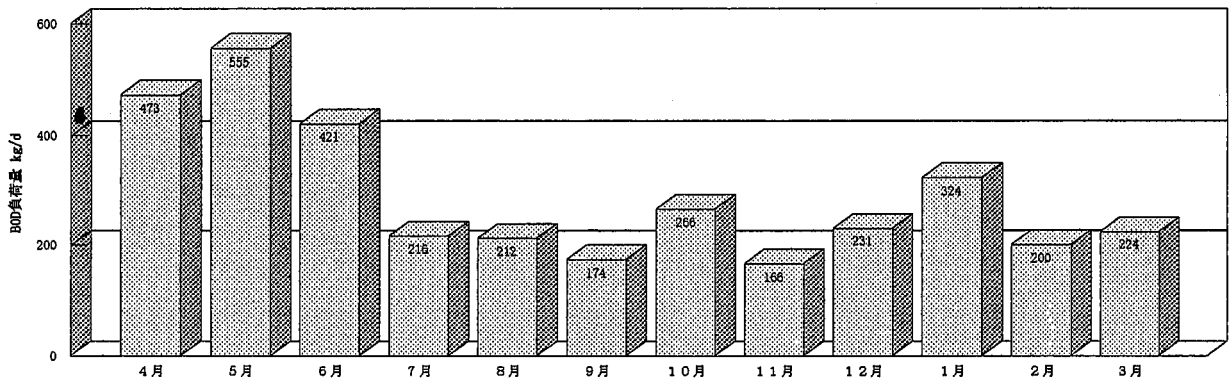


図-6 堂山橋の負荷量月別比較 (BOD 負荷量 kg/d)

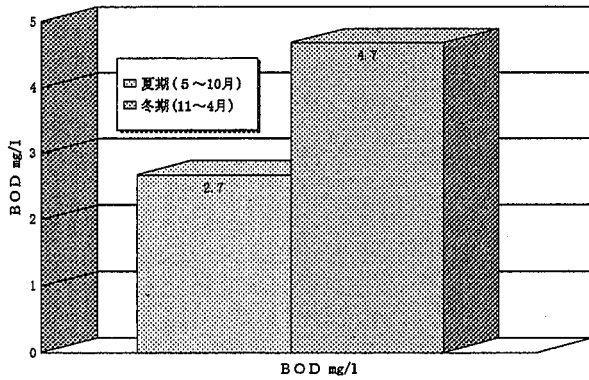


図-5 鹿島橋の夏冬比較 90~97年 BOD mg/l

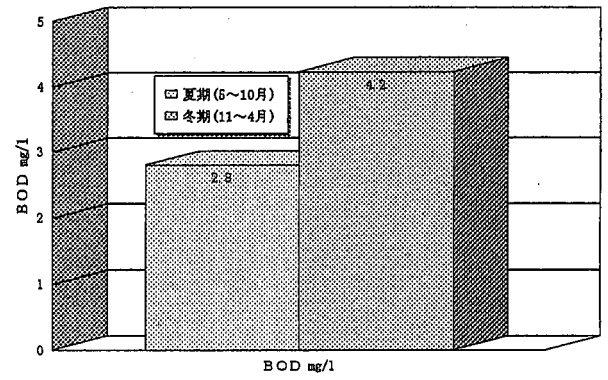


図-7 堂山橋の夏冬比較 BOD mg/l

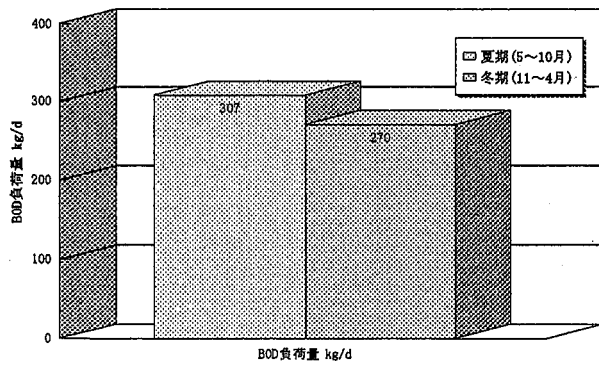


図-8 堂山橋の夏冬比較 BOD 負荷量 kg/d

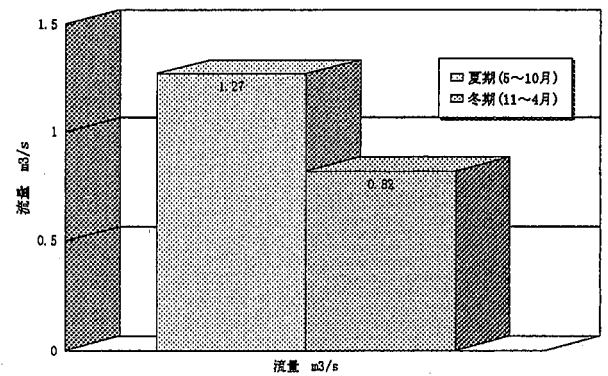


図-9 堂山橋の夏冬比較 BOD 負荷量 kg/d

1で基準を越えている(図7)。しかし、負荷量は夏期の307 kg/dに対し冬期は270 kg/dと大きな差はないものの水質の良好な夏期の方が負荷量が多い結果となっている(図8)。これは夏期の流量が平均1.27 m<sup>3</sup>/sであるのに対し、冬期は平均0.82 m<sup>3</sup>/sと夏期の6割しかないため、冬期の水質が悪化し環境基準値超過の原因となっている(図9)。

## 2 河川水質詳細調査

鹿島橋(環境基準点)に影響を与える上流の水質汚濁状況を把握するため本流4地点、樋管11地点、支流2地点において水質調査を行った。調査は1996年から1998年にかけて11月と12月に行った(表2)。各地点におけるBOD濃度と負荷量を模式図として示す(図10, 図11)。さらに菊川町、大東町が実施しているデータも活用し、検討を加えた。

表-2 牛淵川詳細調査 1996年11月~1998年11月平均値

\* 1996.11は建設省データ活用

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
地点名	鹿島橋*	船渡樋管	鐘撞木樋管	蟹が島樋管	拾田樋管	堂山橋	嶺田悪水樋管	江川悪水樋管	藤の木悪水樋管
流量 m <sup>3</sup> /s	1.44	0.02	0.05	0.04	0.01	0.52	0.15	0.07	0.04
BOD mg/l	3.1	2.2	2.0	3.0	2.1	6.0	3.2	3.7	26.3
BOD負荷量 Kg/d	384	5	11	10	2	251	46	23	105

番号	10	11	12	13	14	15	16	17
地点名	黒沢樋管	明治橋	小松先橋	横地第3排水樋管	段横地樋管	前川橋	東横地樋管	高橋川樋門
流量 m <sup>3</sup> /s	0.09	0.02	0.26	0.03	0.02	0.23	0.05	0.14
BOD mg/l	5.2	1.6	3.9	1.6	2.2	1.2	1.8	5.4
BOD負荷量 Kg/d	43	3	91	4	3	13	7	66

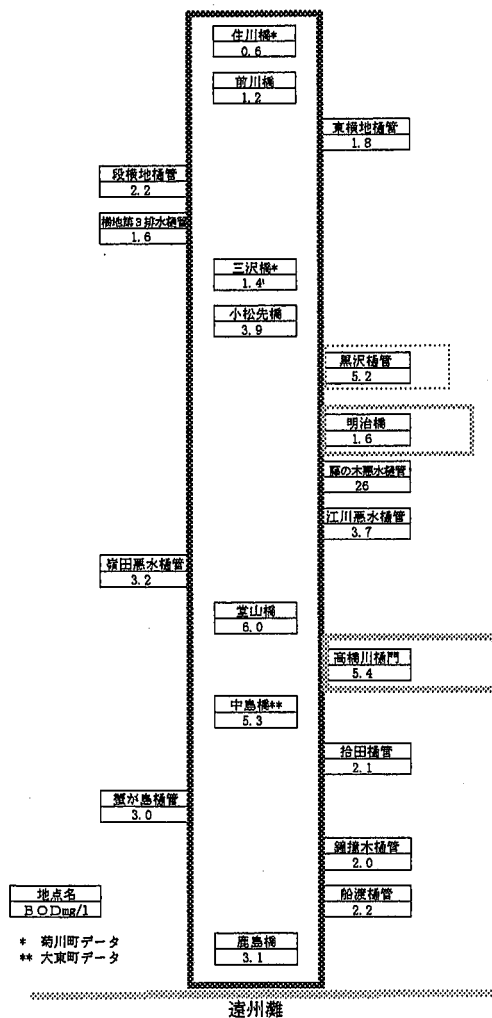


図-10 牛淵川 BOD 模式図

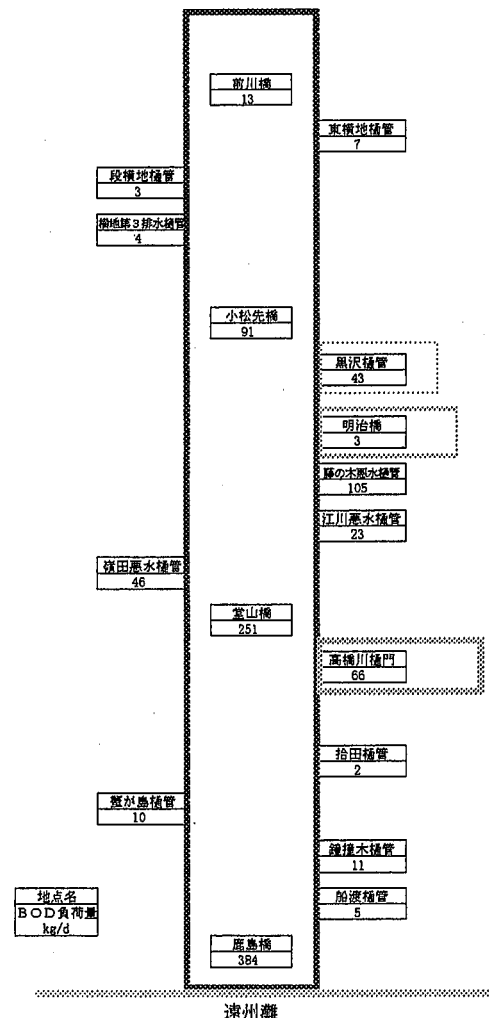


図-11 牛淵川 BOD 負荷量模式図

(1) 水質の状況

まず、牛淵川本流の水質の変化を上流から下流に向かって見てみると、住川橋から三沢橋までは、環境基準の3 mg/lを下まわっているが、小松先橋から3 mg/lを越え、堂山橋において6 mg/lに達し、その後中島橋でやや下がり、鹿島橋では環境基準をやや越える3.1 mg/lとなった。各地点においてBODの平均値を見ると藤ノ木汚水樋管が26 mg/lと極めて高い結果を示した。小松先橋と堂山橋の間の樋管ではいずれも3 mg/lを越える水質となっている(図12)。

(2) BOD 負荷量の状況

BOD 負荷量で上流から下流に向かって変化を見ると、水質とは違って一貫して負荷量が増えていく様子が見られる(図13)。鹿島橋の負荷量の65%は堂山橋の負荷量

が占めていた。次に堂山橋に与える負荷量の影響をみると、小松先橋が36%、藤ノ木汚水樋管が42%と両地点で大部分を占めていることがわかった(図14-1,2)。

(3) 流量の状況

前川橋、小松先橋では約0.2 m<sup>3</sup>/sで流下し、堂山橋で0.52 m<sup>3</sup>/sとなり鹿島橋では一気に1.44 m<sup>3</sup>/sまで増加している。この結果、先に見たようにBODは堂山橋で6 mg/lと非常に高い値であるが、鹿島橋において約半分の3.1 mg/lとなっているのは、流量による影響が大きい(図15)。

3 発生源調査結果

流入負荷量を推定するため、発生源調査を行った。発生源負荷量は、生活系が57%と最も多く、ついで産業系

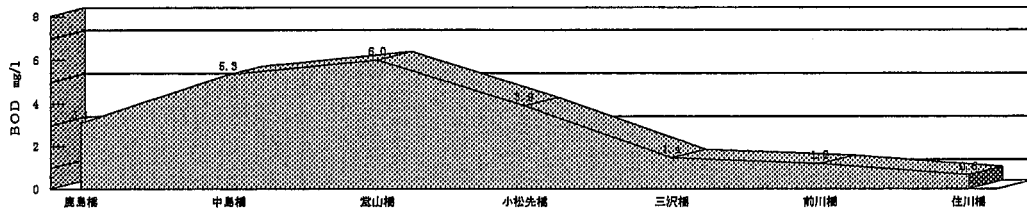


図-12 牛淵川の流下に伴う水質の変化 BOD の推移

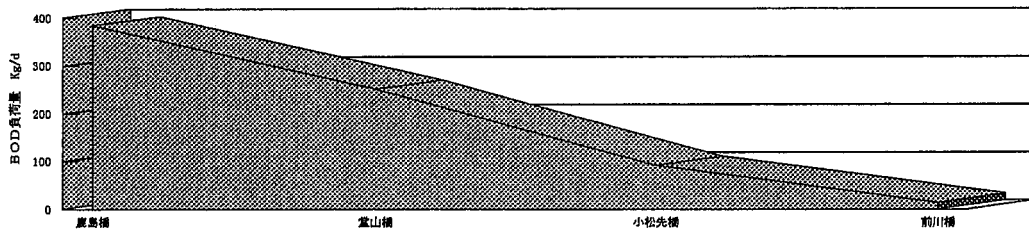


図-13 流下に伴う BOD 負荷量の変化 BOD 負荷量 kg/d

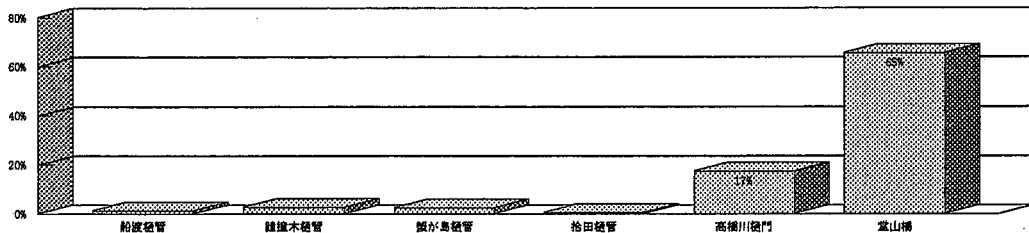


図-14-1 鹿島橋に与える負荷割合 %

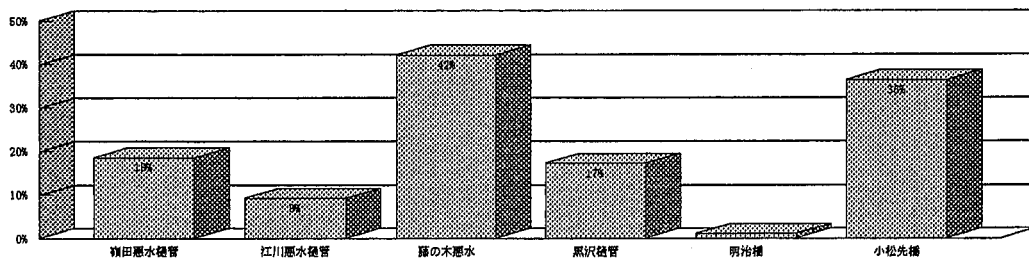


図-14-2 堂山橋に与える負荷割合 %



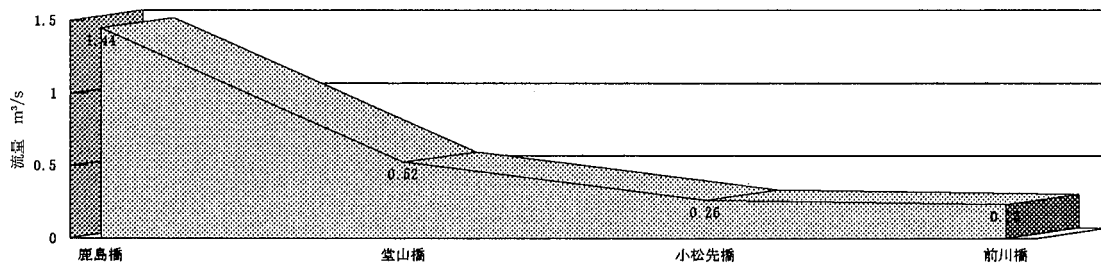


図-15 牛淵川の流下に伴う流量の変化 流量 m³/s

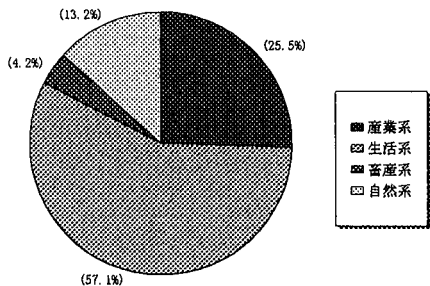


図-16 牛淵川流域の発生源の負荷割合 %

26%, 自然系 13%の順となっている (図 16)。

平成 2 年に環境基準を設定するにあたって実施された牛淵川の概況調査による汚濁源別発生負荷量と比較すると、産業系が 8.6%, 生活系が 5.1%増加したのに対し、畜産系が 11.1%, 自然系が 2.4%減少した。この結果は牛淵川流域の産業形態の変化を汚濁負荷量として表している (表 3)。

仮に鹿島橋に於ける水質を、発生源負荷割合で当てはめて見ると、平均 BOD 3.1 mg/l のうち 1.8 mg/l が生活系から、0.8 mg/l が産業系から、0.5 mg/l が畜産、自然系その他から供給されることになる。これらのことから、環境基準未達成の原因は、生活排水が大きな部分を占めていると言える。

表-3 流域負荷割合の比較

流域負荷割合比較	産業系	生活系	畜産系	自然系
1988 年度	16.9	52.1	15.3	15.6
1998 年度	25.5	57.2	4.2	13.2
増 減	8.6	5.1	-11.1	2.4

#### 4 環境基準達成のための検討

調査期間に於ける堂山橋の BOD の環境基準超過は、12 月から 3 月までは 4 mg/l を越えて高く、4 月から 6 月は 3 mg/l をやや越える程度となっている。そこで、年間を通じて BOD が 3 mg/l であると仮定すると、BOD 負荷量は 212 kg/d であり、現状の 270 kg/d より 58 kg/d 多い。従って、冬期における BOD 負荷量を 22%減らすことができれば堂山橋に於ける環境基準を達成すること

ができる。

当流域は、生活系排水の占める割合が大きいことから、仮に単独浄化槽を合併浄化槽に変えることができれば、雑廃水も処理できるようになり、生活系の 68%, BOD 負荷量にして 430 kg/d をカットすることができる。生活系排水負荷量が合併浄化槽によりカットできるものとし、また汚濁物質の河川への流達率 (実測負荷量/発生源負荷量) を 34.4%として水質を試算してみると BOD は 2 mg/l 以下とすることが可能となる。環境基準達成のためには、流入する樋管ごとにきめ細かな負荷量削減措置を効ずることが肝要である。

#### ま と め

牛淵川鹿島橋の環境基準超過は、流量の減少による冬期の水質の悪化に大きく影響されていることがわかった。小松先橋から堂山橋に至る間の流入負荷量が鹿島橋の水質に大きく影響している。発生源調査の結果、BOD 負荷量の 57%を生活系排水が占め、環境基準未達成の主な原因は、生活排水にあると思われる。環境基準達成のためには、負荷量の削減が必要であり、単独浄化槽を合併浄化槽に変えることができれば、環境基準達成も可能であると試算された。

#### 参 考 文 献

- 1) (社)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 (1990)
- 2) 環境庁水質保全局監修：小規模事業場排水処理対策全科 (1989)
- 3) 静岡県公害防止センター：公共用水域水質測定結果 (1971-1982)
- 4) 静岡県衛生環境センター：公共用水域水質測定結果 (1983-1990)
- 5) 静岡県衛生環境センター：公共用水域水質及び地下水の水質測定結果 (1991-1996)
- 6) 静岡県環境衛生科学研究所：公共用水域水質及び地下水の水質測定結果 (1997-1998)

## 静岡県内の有害大気汚染物質調査 —優先取組物質 (18 物質) の状況について—

大気・水質部 大気・騒音環境スタッフ 田端孝光, 深谷謙一, 萱沼広行  
篠原英二郎, 永田嘉七, 竹下昭二  
飯嶋章一

Research on Hazardous Air Pollutants in Shizuoka Prefecture  
—Research on HAPs of 18—

Takamitsu TABATA, Ken-ichi FUKAYA, Hiroyuki KAYANUMA,  
Eijirō SHINOHARA, Kashichi NAGATA Shōji TAKESHITA  
and Shōich IJIMA

静岡県内の大気環境において、18 物質の中でトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンは環境基準を達成しているが、ベンゼンは4 測点で環境基準値以上であった。1,3-ブタジエン、アクリロニトリル、クロロホルム、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、ひ素が参考値を超えた測点があった。

Key words : 有害大気汚染物質, 揮発性有機化合物

Hazardous air pollutants (HAPs), Volatile organic compounds (VOCs)

### はじめに

優先的に対策に取り組む大気有害汚染物質 22 物質の内ベンゼン等揮発性有機化合物 (以下 VOCs という) 9 物質を 1996 年から調査し、前々回<sup>1)</sup>、前回<sup>2)</sup>に報告した。

1998 年はこれら項目に加え、アルデヒド類・金属類 7 物質に水銀、ベンゾ(a)ピレンを追加し 18 物質のモニタリングを行ったので報告する。

### 調査方法

#### 1 調査期間

1998 年 1 月～1998 年 12 月の期間で 1 ヶ月に 1 回の割合で行った。

#### 2 調査地点及び測定回数

調査は前報<sup>2)</sup>と同じで以下の A～D において行った。

- A 自排三島局 VOCs (1 回/月)
- B 鷹岡公民館 VOCs (1 回/月) 以外 (4 回/年)
- C 島田市役所 VOCs (1 回/月) 以外 (4 回/年)
- D 磐田市役所 VOCs (1 回/月)

以外とは、アルデヒド類、金属類、水銀、ベンゾ(a)ピレンの計 9 物質を示す。

#### 3 調査対象物質

- 1) VOCs : 塩化ビニールモノマー, 1,3-ブタジエン, アクリロニトリル, ジクロロメタン, クロロホルム, 1,2-ジクロロエタン, ベンゼン, トリクロロエチレン, テトラクロロエチレンの 9 物質
- 2) アルデヒド類 : アセトアルデヒド, ホルムアルデヒドの 2 物質
- 3) 金属類 : ニッケル, ひ素, ベリリウム, マンガン, クロムの 5 物質
- 4) 水銀
- 5) ベンゾ(a)ピレン

#### 4 分析方法<sup>2)3)4)</sup>

- 1) VOCs : 前報<sup>2)</sup>と同様である。

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東 4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

- 2) アルデヒド類：固相補集—高速液体クロマトグラフ法
- 3) 金属類：ろ紙補集—誘導結合プラズマ(ICP-MS)法
- 4) 水銀：金アマルガム補集—加熱気化冷原子吸光法
- 5) ベンゾ(a)ピレン：ろ紙補集—高速液体クロマトグラフ法

## 調査結果及び考察

### 1 環境基準等の比較評価

静岡県内4測点におけるVOCs(9物質)の1998年の年平均・最小・最大値の結果を表1に、B、C測点におけるアルデヒド類等(9物質)の年間4回の結果を表2に示した。

大気中の18物質の濃度を平均値で見ると、ベンゼン濃度が、2/4測点の割合で環境基準値を超え、C、Dの測点では環境基準値( $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )と同じであった。トリクロロエチレンとテトラクロロエチレンの濃度は、全て基準の1/100以下で全国平均より低い傾向であった。

環境基準が設定されていない15物質を参考値と比較すると、1,3-ブタジエン濃度が全ての測点で、アクリロニトリル濃度がA・B測点で、クロロホルム濃度がB測点で、参考値を超えていた。アセトアルデヒド及びホルムアルデヒドの濃度がB・C測点で、ひ素濃度がC測点で、参考値を超えていた。塩化ビニールモノマー、ジクロロメタン、1,2-ジクロロエタン、ニッケル、ベリリウム、マンガン、水銀、及びベンゾ(a)ピレンの濃度は、全て参考値以下であった。

### 2 ベンゼン濃度の経月変化

環境基準を超えているベンゼンの経月変化を図1、風速の経月変化を図2に示した。

A測点でのベンゼン濃度は、 $3.8 \sim 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲に分布しており、毎月環境基準を超えており、他の測点より高い値を示した。測点は道路沿道にあり、自動車排気ガスの影響が考えられる。ちなみに、ベンゼン濃度の年間平均と変動係数(CV%)は、A測点が5.4(16%)、B測点が4.9(21%)、C測点が3.0(35%)、D測点が $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (22%)であり、ベンゼンは他のVOCsに比べると変動係数が小さいことからA測点と同様に自動車排気ガスの影響が予測される。すべての変動係数を表1に示した。

A測点の11月、C測点の1、4、11月及びD測点の9月においては、日平均風速が $4.0 \text{ m/s}$ 以上であったが、このときはベンゼン濃度値が下がる傾向を示しており、風速の影響をうけたものと思われる。

### 3 1,3-ブタジエン濃度・クロロホルム濃度の経月変化

参考値を超えている1,3-ブタジエン、クロロホルムの経月変化を図3、4に示した。

1,3-ブタジエン濃度は、C測点の11月を除き全ての測点で参考値を超え、年間平均はA測点が0.75、B測点が0.47、C測点で0.23、D測点で $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。全国平均は $0.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。これらの濃度レベルは参考値と比べ1桁大きい。道路沿道にあるA測点の濃度は $0.42 \sim 1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移し最も高い傾向にあった。ベンゼンと同じように一般的に排ガスの影響とされているが、測点別のベンゼンとの相関係数( $r^2$ )はA測点で0.267、B測点で0.347、C測点で0.455、D測点で0.147と低いことから相関からは排ガスの影響と考えにくい。

クロロホルム濃度が参考値を超えていたのは、B測点で10回/年、A測点で3回/年、C測点、D測点ともに2回/年であった。B測点の年間平均は $0.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と一番高かったが、全国平均の $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低かった。全国的に汚染濃度の高い物質といえる。原因の究明は1,3-ブタジエンと共に今後の課題で、現在のところ汚染源を特定できない物質といえる。

### 4 塩化ビニールモノマー・アクリロニトリル濃度の経月変化

汚染源を特定できた2物質は、かなり特徴のある経月変化を示した。(図5、図6)

塩化ビニールモノマー濃度は、D測点の3、5月では参考値の $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えており、他の月及び他の測点では $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下か、ほとんどが定量限界値以下であった。

D測点の西南西1.2 kmに塩化ビニールモノマーを使用するTK工場がある。この工場では2、8、11月は使用がなかったこと、4、6月は雨が多く1、12月は西～北西風向が多かったことから低濃度を示した。3、5月は西～南西風向が多く高濃度になった。A、B、C測点は塩化ビニールモノマー使用工場がないため年平均は、 $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満と低かった。塩化ビニールモノマー濃度は定量限界以下か参考値程度と濃度差が極端であったため、変動係数もすべての測点で高い値(89～184)を示した。工場の塩ビ使用日、天候、風向が影響することが確認できた。

アクリロニトリル濃度は、B測点の7、9、10月とA測点の1月では $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後であり参考値を大幅に超えていた。年間平均でもB測点で0.52、A測点で $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と参考値を超えていた。

測点周辺の工場との関連では、A測点の北北東4.2 Kmにアクリロニトリルを使用しているTR工場があり、年間3日休止する以外はほとんど24時間の連続稼働

表1 各測点における VOCs (9物質) の年間測定結果 (1998年1月~12月)

単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

化学名	A	B	C	D	基準値等	全国平均 <sup>5)</sup>	B.G. <sup>5)</sup>
塩化ビニールモノマー	<0.05 104 <0.05~0.10	<0.05 106 <0.05~0.077	<0.05 89 <0.05~0.075	0.25 184 <0.05~1.5	1 **	0.33 0.012~1.9	0.035
1,3-ブタジエン	(0.75) 31 0.42~1.2	(0.47) 33 0.22~0.70	(0.23) 59 <0.04~0.50	(0.25) 65 0.12~0.69	0.04 *	0.39 0.19~0.82	0.049
アクリロニトリル	(0.27) 130 <0.05~1.3	(0.52) 64 0.093~1.1	0.051 109 <0.05~0.17	<0.05 131 <0.05~0.17	0.1 *	0.46 0.073~2.7	0.050
ジクロロメタン	3.8 39 1.1~6.4	4.1 45 1.2~8.2	2.5 47 0.79~4.9	3.9 43 1.8~7.5	20 *	4.0 1.7~6.9	0.89
クロロホルム	0.33 74 <0.04~1.0	(0.73) 48 0.20~1.4	0.34 74 0.10~1.0	0.36 65 0.098~0.97	0.4 *	0.84 0.086~2.7	0.19
1,2-ジクロロエタン	0.12 62 <0.04~0.27	0.17 66 <0.04~0.36	0.080 79 <0.04~0.21	0.082 76 <0.04~0.23	0.4 *	0.58 0.057~4.1	0.13
ベンゼン	(5.4) 16 3.8~7.0	(4.9) 21 2.8~6.5	3.0 35 1.2~4.7	3.0 22 1.6~4.0	3	4.8 2.3~11	0.80
トリクロロエチレン	0.87 66 0.093~2.2	1.5 60 0.21~3.0	0.56 72 0.13~1.6	0.81 60 0.053~1.8	200	2.3 0.15~6.0	0.082
テトラクロロエチレン	0.46 83 <0.05~1.5	0.69 70 0.20~1.7	0.27 96 0.051~0.97	0.33 66 0.081~0.81	200	1.3 0.21~2.2	0.19

注1) 上段の左に平均値・右に変動係数 (CV%) を下段に最小・最大値を示した。

注2) 平均値は、検出限界未満の場合検出限界値の1/2として計算した。(定量限界値に3/20を乗算する)

\*: EPA 発ガン性  $10^{-5}$  リスク濃度を用いた (参考値)      \*\*: オランダ大気環境目標濃度を用いた (参考値)

\*\*\*: WHO 欧州事務局ガイドライン (参考値)      ( ): 基準値超過又は参考値超過

表2 B・C測点におけるアルデヒド類等 (9物質) の年4回の測定結果

単位:  $\text{ng}/\text{m}^3$  (アルデヒド類は  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

化学名	B	C	基準値等	全国平均 <sup>5)</sup>	B.G. <sup>5)</sup>
アセトアルデヒド	(6.5) 52 1.9~11	(5.9) 38 4.0~9.6	5 *	3.0 1.5~7.0	1.4
ホルムアルデヒド	(5.3) 21 3.5~6.4	(6.1) 27 4.2~8.0	0.8 *	3.0 1.6~4.1	1.5
ニッケル	6.9 37 2.9~9.2	4.8 69 1.4~10	40 *	9.8 3.6~24	1.5
ひ素	1.3 42 0.74~2.2	(2.1) 88 0.87~5.4	2 *	3.5 0.89~7.8	1.8
ベリリウム #	<0.02 40 <0.011~<0.02	<0.02 44 <0.013~<0.02	4 *	- -	-
マンガン	25 43 13~38	16 37 6.8~22	1000 ***	44 22~100	9.0
クロム	3.1 28 2.2~4.1	2.4 17 1.7~2.8	0.8 *	11 0.90~2.3	1.6
水銀 #	<2 83 <0.61~<2	2.1 88 <0.64~<2	1000 ***	- -	-
ベンゾ(a)ピレン	0.83 54 0.3~1.4	0.42 67 0.15~0.80	1 **	0.66 0.22~1.3	-

クロムの基準値等: 6価クロムとしての値 (測定値は全クロム)

#: 最小最大値は定量限界値で示した。

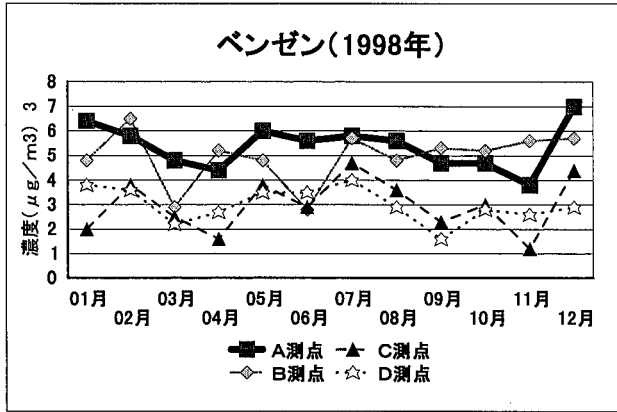


図1 ベンゼン濃度の経月変化

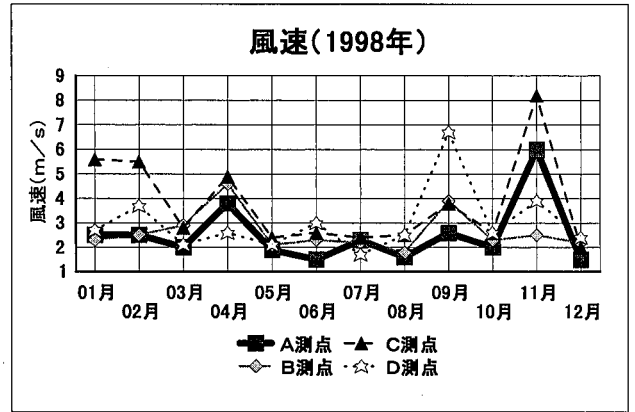


図2 風速の経月変化

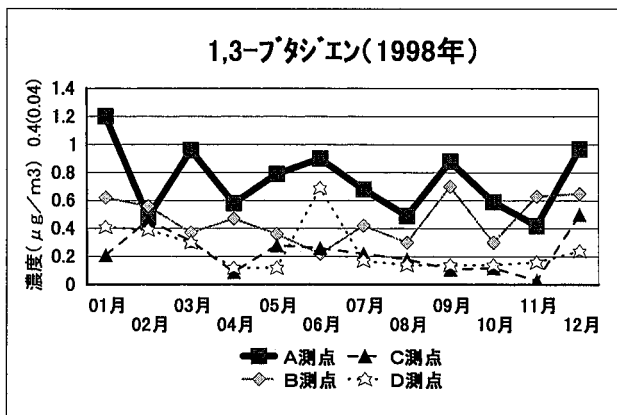


図3 1,3-ブタジエン濃度の経月変化

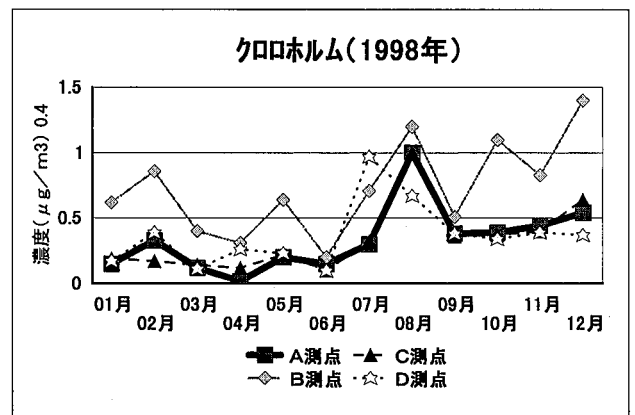


図4 クロロホルム濃度の経月変化

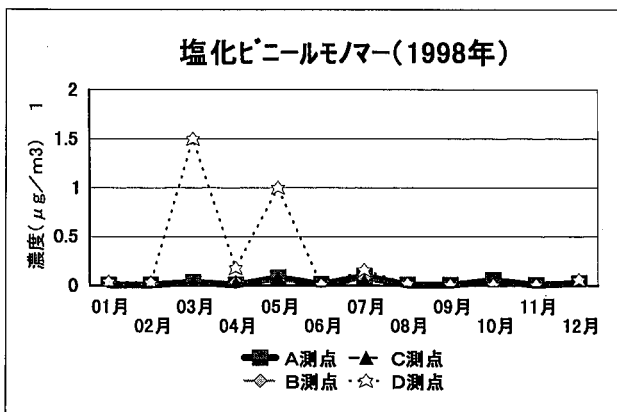


図5 塩化ビニルモノマー濃度の経月変化

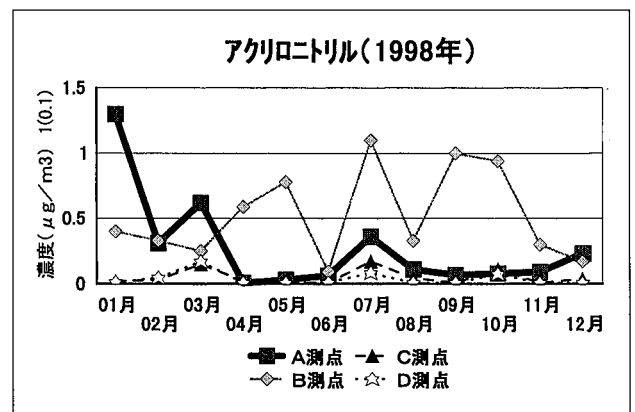


図6 アクリロニトリル濃度の経月変化

であるが、サンプリング時の風向や使用量による影響が明確ではなかった。今後の継続した風向等状況の観察が必要であると思われる。

B測点の南東方向1.5 kmにはAK工場がある。B測点では4, 5, 7, 9, 10月には高い濃度であったが、このときには南～南東方向からの風が多かった。一方、6月の濃度は1年間で最も低かったが、このときの主な風向はAK工場と反対方向の西北西であり、またこの工場の6月のアクリロニトリル使用量は通常使用量の1/3と少なかった。6月以外でもB測点では、主方向が北西の時は濃度が低いときが多かった。このことからB測点の濃度はAK工場からの影響をうけていたものと考えられる。

C, D測点は最大でも0.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であって、測点周辺にはアクリロニトリル使用工場が存在しないため、バックグラウンド(B.G.)に近かった。

#### 5 その他の参考値を超える物質

- 1) アセトアルデヒド濃度はB測点で6, 10, 12月/4回, C測点で1, 10月/4回に参考値を超えていた。アセトアルデヒドは、多数の工業材料に使用されており、果実や魚類の保存料などに使われ、たばこの煙、内燃機関の排ガスに含まれる。また、大気中での光化学反応によって生成されるといわれており、本測定結果からの特定は今後の課題である。
- 2) ホルムアルデヒド濃度はB, C測点すべての月が参考値を超えていた。ホルムアルデヒドは樹脂、農薬、家屋内・船内・家具・衣類など使われ、アセトアルデヒドと同様に燃えた時の排ガスや大気中の光化学反応で発生する。このようにアセトアルデヒドと同様に汚染源の特定はむずかしく、今後の課題である。

- 3) ひ素濃度はC測点での1月だけが5.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高かった。この原因はサンプリング場所と花壇からの高さが1.5 mと近いとため、土壌の影響を受けたのではないかと考えられ、サンプリング場所の高さを3.9 mに変更した。それ以来高濃度は検出されていない。

#### ま と め

- 1) ベンゼンは、全ての測点で環境基準値以上であった。1,3-ブタジエンは、全ての測点で参考値を超えていた。アクリロニトリルはA・B測点で、クロロホルムはB測点で、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒドはB・C測点で、ひ素はC測点で参考値を超えていた。
- 2) ベンゼンは、道路からの自動車排気ガスの影響があると思われる。
- 3) 塩化ビニルモノマー、アクリロニトリルは発生源の特定ができ、使用日、使用量、風向が影響することが確認できた。

#### 文 献

- 1) 田端孝光他：静岡県環境衛生科学研究所報告, 39,161-163, (1996)
- 2) 田端孝光他：静岡県環境衛生科学研究所報告, 40,99-102, (1997)
- 3) 環境庁：有害大気汚染物質測定法マニュアル  
平成9年2月 平成9年8月 平成10年3月
- 4) 有害大気汚染物質測定の実際編集委員会編：有害大気汚染物質測定の実際, 平成9年6月
- 5) 環境庁：平成9年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果について, 平成10年7月16日大気保全局大気規制課まとめ, 一般環境のデータ

## 臭気指数による悪臭規制の検討 —物質濃度法との比較—

大気・水質部 大気・騒音環境スタッフ 永田嘉七, 深谷謙一, 田端孝光  
篠原英二郎, 萱沼広行, 竹下昭二  
飯嶋章一

Research of Odor Regulation by Odor Index  
—Comparison with Substance Measuring Method—

Kashichi NAGATA, Ken-ichi FUKAYA, Takamitsu TABATA,  
Eijirō SHINOHARA, Hiroyuki KAYAMUMA, Shōji TAKESHITA  
and Shōichi IJIMA

静岡県において嗅覚測定法による規制を検討するための基礎資料をえるため、悪臭発生の代表的6業種について特定悪臭物質の濃度と臭気指数の調査を行ったところ、昨年の調査結果と同様、嗅覚測定法によるものが、悪臭物質の濃度による把握よりも悪臭苦情に対応できると思われる結果が得られた。

Key words : 嗅覚測定法, 物質濃度測定法

Odor sensory method, Substance measuring method

### はじめに

1996年4月1日に悪臭防止法が改正され、機器分析による特定悪臭物質の濃度基準による規制で生活環境を保全することが十分でないと思われる区域があるときは、嗅覚を用いた規制方式を導入することができることとなった(法第4条の2)。本県の場合は全市町村に、特定悪臭物質の濃度規制による基準が決められている。しかし臭気は、多くの臭気物質の複合体であり、機器分析だけでは対処しきれない場合が多い。このため嗅覚測定法による悪臭の評価が以前から検討されており<sup>1)2)3)</sup>、現在は三点比較式臭袋法による嗅覚測定法を導入し規制している自治体も多い<sup>4)</sup>。

このような状況の中で嗅覚測定法による規制方式が静岡県においても実態に即した方法であるか否かを判断する基礎資料とするため、昨年度<sup>5)</sup>と異なる他の代表的6

業種を選び、特定悪臭物質の濃度と嗅覚測定法による臭気指数の関連調査を行い、比較検討した。

### 調査方法

#### 1 調査期間

1) 事前調査 1998年6月

代表的な事業場を選定するため、あらかじめ15事業場の現地調査を行い、対象工場選定の資料とした。

2) 採取調査 1998年7月～8月

試料の採取は各工場においてそれぞれ敷地境界及び発生源の2か所でおこなった。

#### 2 調査対象

静岡県における悪臭発生の代表的業種である畜産事業場(養牛業, 養鶏業), 水産食品製造業, し尿処理施設, その他のパルプ(SCP)製造業及び塗装業の6業種6事業場を調査対象とした。調査対象事業場を以下に掲げる。

静岡県環境衛生科学研究所

(〒420-8637, 静岡市北安東4-27-2)

Shizuoka Institute of Environment and Hygiene

(4-27-2, Kita-andō, Shizuoka, 420-8637, Japan)

表1 調査対象事業場

業種名	名称	所在地
養牛業	A 養牛場	焼津市
養鶏業	B 養鶏場	焼津市
水産食料品製造業	C 工場	焼津市
し尿処理施設	D 施設	静岡市
その他のパルプ製造業	E 工場	富士川町
塗装業	F 工場	焼津市

### 3 特定悪臭物質の分析項目

アンモニア, トリメチルアミン, 硫化水素, メチルメルカプタン, 硫化メチル, 二硫化メチル, プロピオン酸, n-酪酸, i-吉草酸, n-吉草酸  
 塗装業のみ有機溶剤 (6物質)

### 4 臭気測定方法

#### 1) 嗅覚による測定

環境庁のマニュアル<sup>1)</sup>に準じて行った。敷地境界の測定では、サンプリングは吸引瓶法、嗅覚試験法は環境試料の判定試験方法で行い、発生源の測定では、サンプリングは間接採取法、嗅覚試験は排出口試料の判定試験方法で行い、臭気濃度、臭気指数を算定した。

#### 2) 特定悪臭物質濃度の測定

悪臭防止法に定められている測定方法<sup>6)</sup>(ガスクロマトグラフ等機器分析)で行った。

## 結果と考察

### 1 嗅覚測定結果及び物質濃度の結果

嗅覚による測定と特定悪臭物質濃度の測定(以下「物質濃度」という)の結果を表2～表6に示した。物質濃度は調査した6工場全てにおいて規制基準値(敷地境界)未満であった。

他方、臭気指数(敷地境界)の場合10未満が4工場、16～18の範囲が2工場あったが、臭気指数による規制基準としてかがげられている値の範囲内(10～21)にあった。

### 2 物質濃度測定値と嗅覚試験測定値の比較

物質濃度測定値と嗅覚試験測定値の比較は、臭気強度に変換して行った。物質濃度を表7(環境庁の通知の抜粋)に従い臭気強度(以下「計算臭気強度」という。)に換算した。この実験式の適用範囲は臭気強度2～5であるが、それ以外についても計算式で求めた値をそのまま示した。

一方、臭気指数は次の計算式(環境庁昭和56年度報告)により臭気強度(以下「嗅覚臭気強度」という。)に換算

した。

$$Y = 0.125 \times Z + 1.25 \quad (Y: \text{臭気強度}, Z: \text{臭気指数})$$

以上の計算式で得られた業種別の結果を表2～表7及び図1～図6に示した。表中の嗅覚臭気強度と各物質の計算臭気強度を比較し以下にその概要をまとめた。

#### (1) 養牛業

調査対象養牛場は焼津市西部の藤枝市との境に立地し、乳牛22頭飼育し、生乳400L/日絞っている都市近郊の一般的な牛舎であった。牛舎はスタンション牛舎(つなぎ牛舎)で、脱臭対策は実施していない。糞をバンクリーナーで堆肥舎に集め、床には挽き粉を敷き臭いを除去する工夫をしていた。

畜産関係事業場でよく検出される硫黄系物質、アンモニア及びトリメチルアミンが検出されたが、低級脂肪酸は検出されなかった。

敷地境界の臭気指数は10以下で嗅覚臭気強度は、計算臭気強度2.1とほぼ同じと考えられる。

発生源においては、嗅覚臭気強度の方が計算臭気強度より高かった。これは測定している物質以外の物質が関与しているものと考えられた。

#### (2) 養鶏業

調査対象養鶏場は焼津市南部に立地し、鶏12,000羽飼育し、採卵量9,000個/日の一般的なケージ鶏舎であった。糞をフォークリフトで鶏舎から出し、堆肥舎に運ぶ。堆肥舎内は強いアンモニア臭がした。養牛業と同様に硫黄系物質、アンモニア及びトリメチルアミンが検出され、ここでは低級脂肪酸も検出された。

敷地境界の臭気指数は16と高く嗅覚臭気強度が、3.3と計算臭気強度2.4よりかなり高くなった。

発生源においては、強いアンモニア臭がし、嗅覚臭気強度は計算臭気強度の最高値3.5とほぼ同じであった。

#### (3) 水産食料品製造業

調査対象水産化工場は焼津市の北部、焼津港の北に位置し、鯉節の製造を40T/年、春、秋にはさば節100T/年生産している。

製造工程は原魚—解凍—頭内蔵除去—腹尾ひれ包丁入れ—箆立—煮熟—冷却—整形—蒸気水切り—焙乾(燻し)—荒節—出荷であり臭気の発生は主に煮熟工程と焙乾工程である。脱臭対策は特に行っていないが、焙乾には乾いた薪を使用し、煙を少なくしていた。

敷地境界の臭気指数は10以下であり、敷地境界の嗅覚臭気強度は、計算臭気強度の2.2とほぼ同じであった。

発生源においては、嗅覚臭気強度の方が計算臭気強度より大幅に高かった。これは焙乾工程の煙が入り込んだためと考えられる。人の鼻は物の燃える臭いに特に敏感であると言われている。



#### (4) し尿処理施設

調査対象し尿処理施設は静岡市の北部に立地し、し尿及び浄化槽汚泥の脱水を行っている。(脱水汚泥は清掃工場で焼却処分、分離液は下水道放流している。)

平成9年度は67,000世帯、45,000KL処理している。

処理工程は 生し尿等投入—スクリーン・スクリュ—プレス—しき(外部焼却)—汚泥—貯留槽—脱水機(ケーキ：外部焼却、分離液：下水道放流)である。

臭気の発生場所は主に投入口と脱水機の周辺である。

敷地境界の臭気指数は10以下であり、敷地境界の嗅覚臭気強度は、計算臭気強度の2.4とほぼ同じであった。

発生源においては、嗅覚臭気強度の方が計算臭気強度より高くなっているが、臭いが強烈であり、全ての臭気強度が5を上回っているのほぼ同じと考えて良い。

#### (5) その他のパルプ製造業

調査対象パルプ製造工場は富士川町に立地し、タバコの巻紙を25T/日生産している。

生産工程は原料(亜麻)と薬品(亜硫酸ソーダ、苛性ソーダ)を蒸解釜に入れ、6～9時間加熱後、蒸解後の蒸解廃ガスをエゼクターで排水中にパプリング処理し、排水処理場に導き処理している。このときの処理できない排ガスが悪臭のもととなる。

また蒸解釜を開けて麻パルプを取り出すときにも臭いがした。又PSの焼却炉の付近では硫化水素の臭いがした。

敷地境界の臭気指数は10以下であり、敷地境界の嗅覚臭気強度は、計算臭気強度の2.0とほぼ同じであった。

発生源においては、嗅覚臭気強度の方が計算臭気強度より高くなっている。これは特定悪臭物質では捕らえられない他の物質が臭いに関与しているためと考えられる。

#### (6) 塗装業

調査対象塗装工場は焼津市の北西部に立地し、自動車部品(ヘッドライト)のプラスチックの塗装を行い、塗料を8～10T/年使用している。

製造工程は 塗装—乾燥—蒸着—塗装—乾燥—梱包—出荷であり臭気の発生は主に塗装工程の水洗ブースからの排気である。

脱臭対策は実施しておらず無処理の排気ガスがダクトよりそのまま排出されていた。

敷地境界の臭気指数は18であり、敷地境界の嗅覚臭気強度は、計算臭気強度の1.7より高かった。

発生源においては、嗅覚臭気強度が3.8～5.1と計算臭気強度より高い値になった。

以上嗅覚臭気強度が、計算臭気強度より大部分の業種で大きい結果になった。これは嗅覚測定法では臭気に関するすべての物質が嗅覚に関与すること、又物質の相互作用により付加・相乗効果が大きくなったものと考えられる。

## ま と め

今回調査した業種の大部分において嗅覚測定法による臭気強度のほうが、物質濃度による臭気強度より大きい結果となった。これは嗅覚測定法が器械で測定する測定物質以外の臭気物質を感知できることを示していると思われる。特定悪臭物質の濃度測定による評価に比べ、嗅覚測定法の方がより現実に合った評価(苦情の解決)ができるものと考えられる。また、嗅覚測定法はパネル、実験室の確保ができれば、高度な機械が不要でまた手法が簡便である点においても有用な方法である。

## 文 献

- 1) 環境庁大気保全局大気生活環境室編：嗅覚測定法マニュアル(1996)
- 2) 房家正博他：悪臭物質の濃度と官能試験との関係、静岡県衛生環境センター報告 35, 45-49 (1992)
- 3) 鎮西正道他、官能試験法による臭気の評価、高知県公害防止センター所報 10, 23-29 (1993)
- 4) 環境庁大気保全局大気生活環境室編：悪臭防止行政ガイドブック, 66-70 (1997)
- 5) 永田嘉七他：嗅覚測定法による臭気の評価、静岡県環境衛生科学研究所報告 40, 113-117 (1997)
- 6) 環境庁大気保全局大気生活環境室監修：新訂ハンドブック悪臭防止法、特定悪臭物質の測定の方法, 236-289 (1996)

表2 集計結果表 養牛業 (A養牛業) E区域

			測定地点					
			1		2		3	
			敷地境界		発生源1 (牛舎横)		発生源2 (堆肥舎横)	
嗅覚試験	臭気濃度 Y	log Y	10以下	1	55	1.7	73	1.9
	臭気指数(10 log Y)	(嗅覚臭気強度)	10以下	(2.5)以下	17	(3.4)	19	(3.6)
機器分析	物質	基準値 T (ppm)	濃度 C (ppm)	計算臭気強度	濃度 C (ppm)	計算臭気強度	濃度 C (ppm)	計算臭気強度
	硫化水素	(H <sub>2</sub> S) 0.02	0.0025	1.7	0.0023	1.6	<0.0025	1.7
	メチルメルカプタン	(MM) 0.002	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	硫化メチル	(DMS) 0.01	0.0031	2.1	0.0030	2.1	0.0038	2.1
	二硫化メチル	(DMDS) 0.009	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	アンモニア	(NH <sub>4</sub> ) 2	0.34	1.6	0.40	1.7	0.68	2.1
	トリメチルアミン	(TMA) 0.02	<0.0011	-	0.0013	2.0	0.0026	2.2
	プロピオン酸	(PROP) 0.07	<0.0007	-	<0.0007	-	<0.0007	-
	n-酪酸	(n-酪) 0.002	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
	i-吉草酸	(i-吉) 0.004	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
	n-吉草酸	(n-吉) 0.002	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-

注1) 基準値は現在設定されている値を示す。  
 2) E地区とは窒素化合物, 低級脂肪酸に臭気強度3.0で, その他の物質は2.5の規制基準を示す。

表3 集計結果表 養鶏業 (B養鶏場) E区域

			測定地点					
			1		2		3	
			敷地境界		発生源1 (堆肥舎横)		発生源2 (鶏舎横)	
嗅覚試験	臭気濃度 Y	log Y	36	1.6	41	1.6	27	1.4
	臭気指数(10 log Y)	(嗅覚臭気強度)	16	(3.3)	16	(3.3)	14	(3.0)
機器分析	物質	基準値 T (ppm)	濃度 C (ppm)	計算臭気強度	濃度 C (ppm)	計算臭気強度	濃度 C (ppm)	計算臭気強度
	硫化水素	(H <sub>2</sub> S) 0.02	0.0023	1.6	0.0024	1.7	0.0023	1.6
	メチルメルカプタン	(MM) 0.002	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	硫化メチル	(DMS) 0.01	0.0028	2.1	0.024	2.8	0.0066	2.4
	二硫化メチル	(DMDS) 0.009	<0.0003	-	0.0028	2.0	<0.0003	-
	アンモニア	(NH <sub>4</sub> ) 2	1.06	2.4	4.3	3.4	1.4	2.6
	トリメチルアミン	(TMA) 0.02	<0.0010	-	0.0037	2.4	0.0015	2.0
	プロピオン酸	(PROP) 0.07	<0.0007	-	<0.0039	1.3	<0.0008	0.3
	n-酪酸	(n-酪) 0.002	<0.0005	-	<0.0019	2.8	<0.0005	-
	i-吉草酸	(i-吉) 0.004	<0.0005	-	<0.0005	2.1	<0.0005	-
	n-吉草酸	(n-吉) 0.002	<0.0004	-	<0.0004	-	<0.0004	-

注1) 基準値は現在設定されている値を示す。  
 2) E地区とは窒素化合物, 低級脂肪酸に臭気強度3.0で, その他の物質は2.5の規制基準を示す。

表4 集計結果表 水産食料品製造業 (C工場) E区域

			測定地点					
			1		2		3	
			敷地境界		発生源1 (湯煮施設横)		発生源2 (燻蒸施設横)	
嗅覚試験	臭気濃度 Y	log Y	10以下	1	230	2.4	980	3.0
	臭気指数(10 log Y)	(嗅覚臭気強度)	10以下	(2.5)以下	24	(4.3)	30	(5.0)
機器分析	物質	基準値 T (ppm)	濃度 C (ppm)	計算臭気強度	濃度 C (ppm)	計算臭気強度	濃度 C (ppm)	計算臭気強度
	硫化水素	(H <sub>2</sub> S) 0.02	0.0003	-	0.0003	0.79	<0.0003	-
	メチルメルカプタン	(MM) 0.002	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	硫化メチル	(DMS) 0.01	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	二硫化メチル	(DMDS) 0.009	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	アンモニア	(NH <sub>4</sub> ) 2	0.18	1.1	0.58	2.0	0.43	1.8
	トリメチルアミン	(TMA) 0.02	<0.001	-	0.0010	-	0.0041	2.4
	プロピオン酸	(PROP) 0.07	0.0008	0.3	0.0008	0.3	0.0008	0.3
	n-酪酸	(n-酪) 0.002	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
	i-吉草酸	(i-吉) 0.004	0.0007	2.2	0.0007	2.2	<0.0005	-
	n-吉草酸	(n-吉) 0.002	<0.0005	-	<0.0007	-	<0.0005	-

注1) 基準値は現在設定されている値を示す。  
 2) E地区とは窒素化合物, 低級脂肪酸に臭気強度3.0で, その他の物質は2.5の規制基準を示す。

表5 集計結果表 し尿処理施設 (D施設) A区域

			測 定 地 点						
			1		2		3		
			敷地境界		発生源1 (乾燥機横)		発生源2 (投入口内)		
嗅覚 試験	臭気濃度 Y	log Y	10 以下	1	55.000	4.7	170	2.2	
	臭気指数(10 log Y)	(嗅覚臭気強度)	10 以下	(2.5)以下	47	(7.1)	22	(4.0)	
機器 分析	物質	基準値 T (ppm)	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	
	硫化水素	(H <sub>2</sub> S)	0.02	0.0033	1.7	8.3	5.0	0.021	2.5
	メチルメルカプタン	(MM)	0.002	<0.0003	-	1.1	6.0	0.0011	2.3
	硫化メチル	(DMS)	0.01	0.0066	2.4	0.50	3.9	0.0043	2.2
	二硫化メチル	(DMDS)	0.009	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	アンモニア	(NH <sub>4</sub> )	1	0.30	1.4	0.35	1.6	0.81	2.2
	トリメチルアミン	(TMA)	0.005	<0.0011	-	0.0017	2.1	<0.0011	-
	プロピオン酸	(PROP)	0.03	<0.0007	-	<0.0008	0.3	0.0010	0.5
	n-酪酸	(n-酪)	0.001	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
	i-吉草酸	(i-吉)	0.001	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
	n-吉草酸	(n-吉)	0.0009	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-

注1) 基準値は現在設定されている値を示す。  
 2) E地区とは窒素化合物, 低級脂肪酸に臭気強度3.0で, その他の物質は2.5の規制基準を示す。

表6 集計結果表 その他のパルプ製造業 (E工場) E区域

			測 定 地 点						
			1		2		3		
			敷地境界		発生源1 (蒸解釜下)		発生源2 (焼却炉横)		
嗅覚 試験	臭気濃度 Y	log Y	10 以下	1	550	2.7	55	1.7	
	臭気指数(10 log Y)	(嗅覚臭気強度)	10 以下	(2.5)以下	27	(4.6)	17	(3.4)	
機器 分析	物質	基準値 T (ppm)	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	
	硫化水素	(H <sub>2</sub> S)	0.02	0.0029	1.7	0.0081	2.2	0.035	2.8
	メチルメルカプタン	(MM)	0.002	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	硫化メチル	(DMS)	0.01	0.0022	2.0	0.0020	1.9	0.0022	2.0
	二硫化メチル	(DMDS)	0.009	<0.0003	-	<0.0003	-	<0.0003	-
	アンモニア	(NH <sub>4</sub> )	2	0.27	1.4	0.37	1.7	0.35	1.6
	トリメチルアミン	(TMA)	0.02	<0.0010	-	<0.0010	-	<0.0010	-
	プロピオン酸	(PROP)	0.07	<0.0007	-	<0.0007	-	<0.0007	-
	n-酪酸	(n-酪)	0.002	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
	i-吉草酸	(i-吉)	0.004	<0.0005	-	<0.0005	-	<0.0005	-
n-吉草酸	(n-吉)	0.002	<0.0004	-	<0.0004	-	<0.0004	-	

注1) 基準値は現在設定されている値を示す。  
 2) E地区とは窒素化合物, 低級脂肪酸に臭気強度3.0で, その他の物質は2.5の規制基準を示す。

表7 集計結果表 塗装業 (F工場) E区域

			測 定 地 点						
			1		2		3		
			敷地境界		発生源1 (排出口1)		発生源2 (排出口2)		
嗅覚 試験	臭気濃度 Y	log Y	57	1.8	98	2.0	55		
	臭気指数(10 log Y)	(嗅覚臭気強度)	18	(3.5)	20	(3.8)	31	(5.1)	
機器 分析	物質	基準値 T (ppm)	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	濃度 C (ppm)	計算臭気 強度	
	イソブタノール	(i-B)	0.9	0.08	1.7	<0.04	-	0.3	2.1
	酢酸エチル	(EA)	3	<0.3	-	<0.3	-	<0.3	-
	メチルイソブチルケトン	(MIBK)	1	0.3	1.4	0.1	0.6	15	4.2
	トルエン	(TL)	10	0.5	0.6	48	3.4	8.2	2.3
	スチレン	(ST)	0.4	<0.04	-	<0.04	-	<0.04	-
	キシレン	(XL)	1	0.3	1.6	1.1	2.5	0.6	2.1

注1) 基準値は現在設定されている値を示す。  
 2) E地区とは窒素化合物, 低級脂肪酸に臭気強度3.0で, その他の物質は2.5の規制基準を示す。

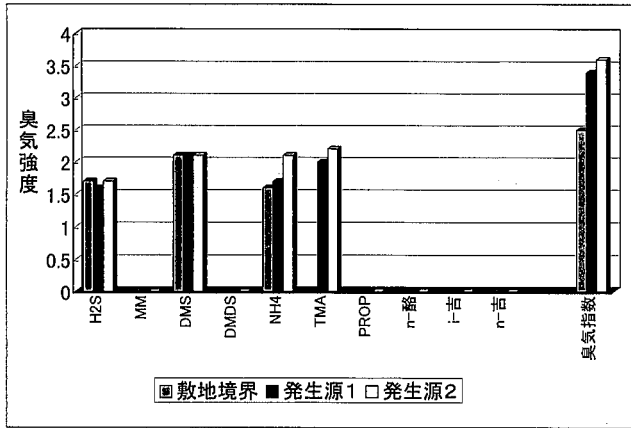


図1 養牛業

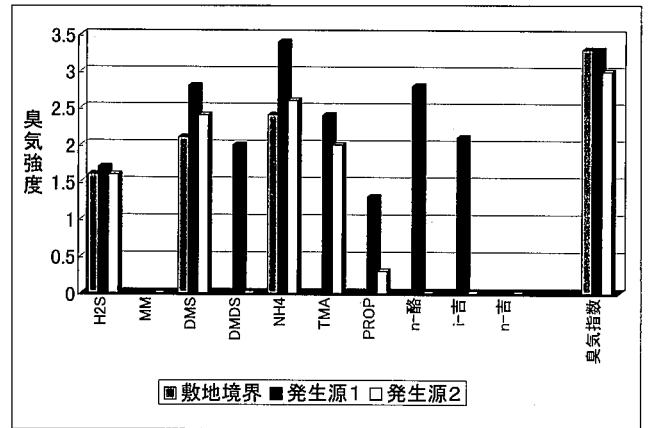


図2 養鶏業

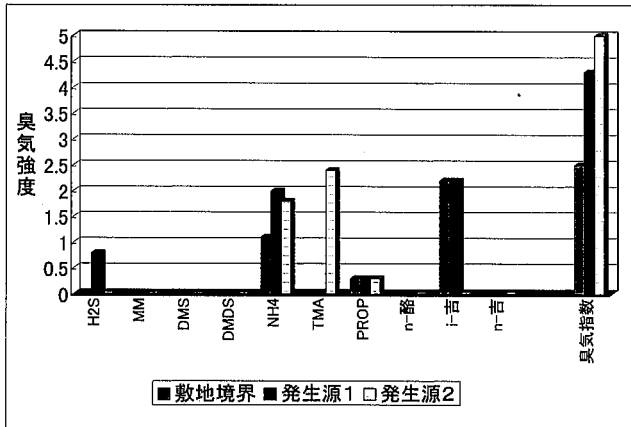


図3 水産食料品製造業

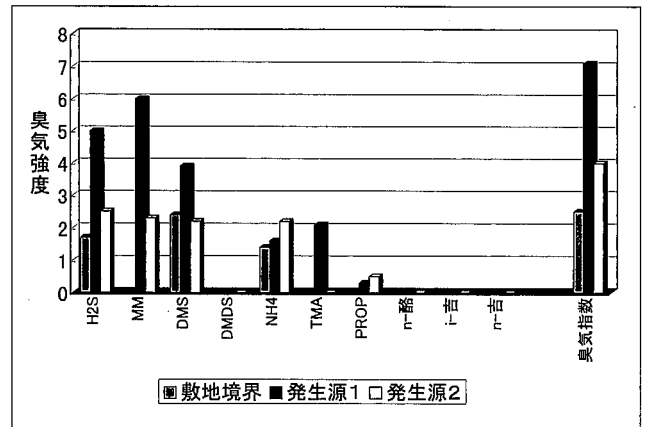


図4 し尿処理施設

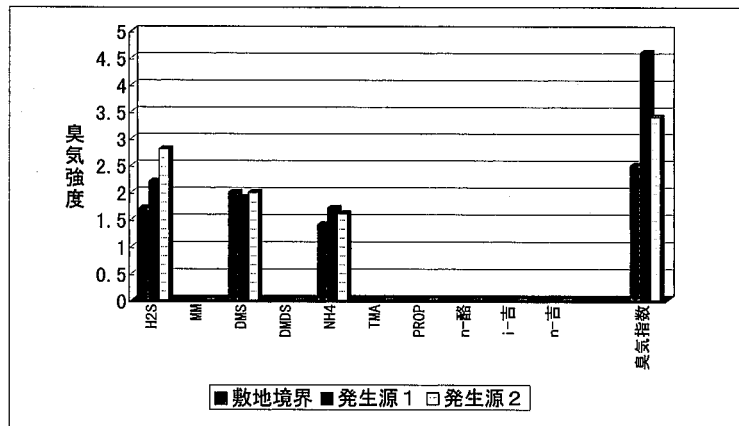


図5 その他のパルプ製造業

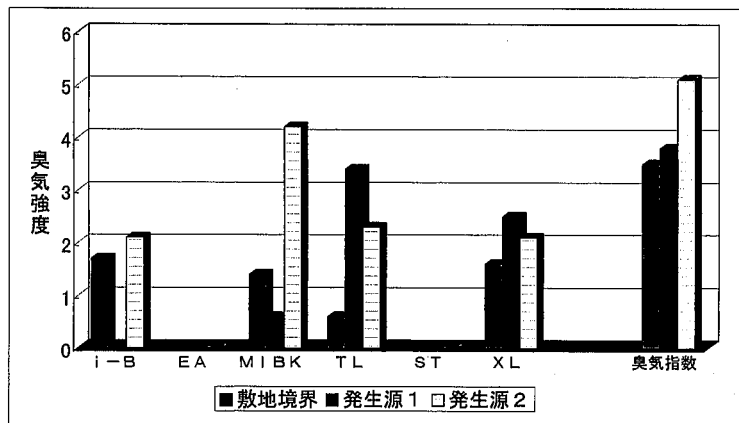


図6 塗装業

## 光化学オキシダントによる植物被害 に関する調査結果について

大気・水質部 大気・騒音環境スタッフ 深谷 謙一, 篠原英二郎, 竹下昭二  
萱沼広行, 永田嘉七, 田端孝光  
飯嶋章一

Research on Plant Damages by Photochemical Oxidant

Ken-ichi FUKAYA, Eijirō SHINOHARA, Shōji TAKESHITA  
Hiroyuki KAYANUMA, Kashichi NAGATA, Takamitsu TABATA  
and Shōichi IJIMA

光化学オキシダント(Ox)による植物への影響の実態を把握するため、平成10年4月から7月にかけてアサガオ、サトイモ、ペチュニアについて、可視被害の調査を実施した。Ox濃度の日最高濃度値とドース値は共に6月18日、7月上旬、及び7月20日前後にかけて高めとなり、このうち特に7月上旬に、アサガオ、サトイモに顕著な影響が観察された。Ox濃度とアサガオ及びサトイモの被害との関係について、アサガオ及びサトイモの調査日間の被害面積の変化値の積算値は、Oxドースの積算値に追従して変化するパターンが得られた。パーオキシアセチルナイトレート(PAN)による被害を受けるペチュニアは、6月24日及び7月7日に被害が認められた。6月24日の被害は、6月18日にOx濃度が上昇したことにより、当研究所周辺でPANの発生か移流があったためだと思われる。7月7日に被害がみられたのは、当研究所付近でオゾン濃度が上昇し、このときにPANの発生があったためと推測された。

Key words : 光化学オキシダント, パーオキシアセチルナイトレート (PAN), 植物被害  
Photochemical oxidant, Peroxyacetyl nitrate (PAN), Plant damages

### はじめに

光化学オキシダントによる植物影響の実態を把握するため、本県では昭和60年度より関東知事会による1都9県の共同調査に参加し、可視被害の調査を実施してきた。関東知事会大気汚染部会の広域調査としては、平成9年度で終了したが、本県においては、平成10年4月から7月にかけてアサガオ、サトイモ、ペチュニアについて調査を実施したので、その結果を報告する。

### 調査方法

#### 1 調査地点

静岡県環境衛生科学研究所内において調査を行った。

#### 2 調査植物

調査対象とした品種は、オキシダント(以下Oxと略す)に対する感受性が高く、また病害虫にも強い品種としてアサガオはスカーレットオハラ、サトイモは土垂(どたれ)を用いた<sup>1)</sup>。

また、ペチュニアはOxの構成物質のうちパーオキシアセチルナイトレート(以下、PANと略す)に対する感受性が、ほかの植物と比較して高いとされていることから、PAN型被害の指標として用いた。ペチュニアの品種は、タイタンホワイト(感受性が高い)、タイタンブルー(感受性がより低い)の2品種を用いた<sup>2)</sup>。

### 3 調査方法

#### 1) 播種及び定植

アサガオは、4月21日に当研究所において播種し、育苗した5株を6月1日にほ場に定植した。

サトイモは、5月7日に種イモをほ場に定植した。

ペチュニアは、4月21日に当研究所において播種し、6月1日に大型のプランターに各5株ずつ定植した。

#### 2) 被害の観察

アサガオ及びサトイモは、調査日までに葉の表面に生じた可視被害の有無及びその程度を、6月上旬から7月下旬まで、1週間に1度の割合で観察し集計した。ペチュニアは、葉の表及び裏面に生じた可視的被害の有無について観察し、その状況を記録した。

#### 3) 環境データの収集

6月～7月のOx濃度について、大気汚染常時監視測定局のうち、植物被害の調査場所に最も近い、静岡市有の静岡中央局のものを採用した。また、オゾンモニターを用い、当研究所の7月のオゾン濃度の瞬時値の時間値も記録した。

気象状況については、静岡中央气象台発表の気象月報から、気温、日照時間、降水量等の気象データを収集した。

### 調査結果及び考察

#### 1 オキシダント濃度の状況

6, 7月の静岡中央局のOx濃度, 及び当研究所の7月のオゾン濃度を図1に, 気象状況を図2に示した。

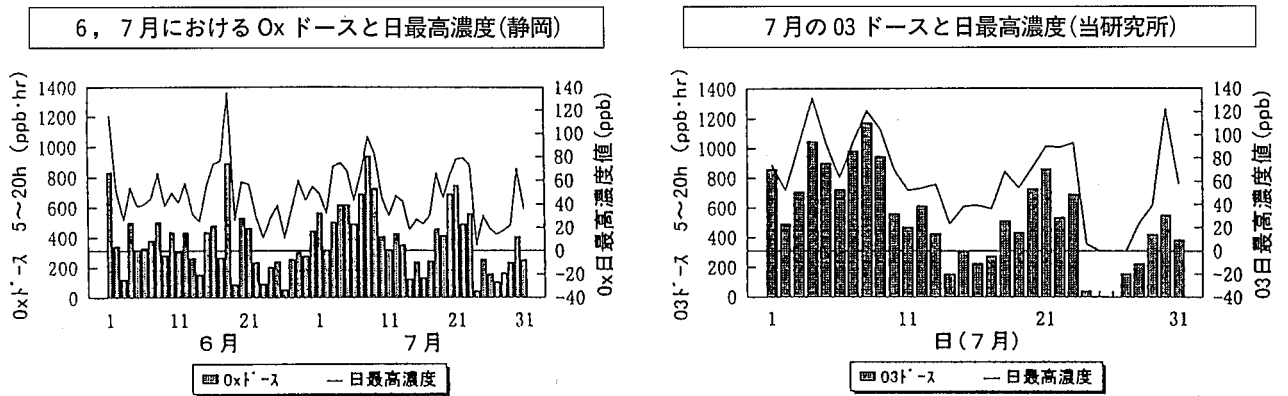


図1 6, 7月の静岡中央局のOx濃度, 及び当研究所の7月のオゾン濃度

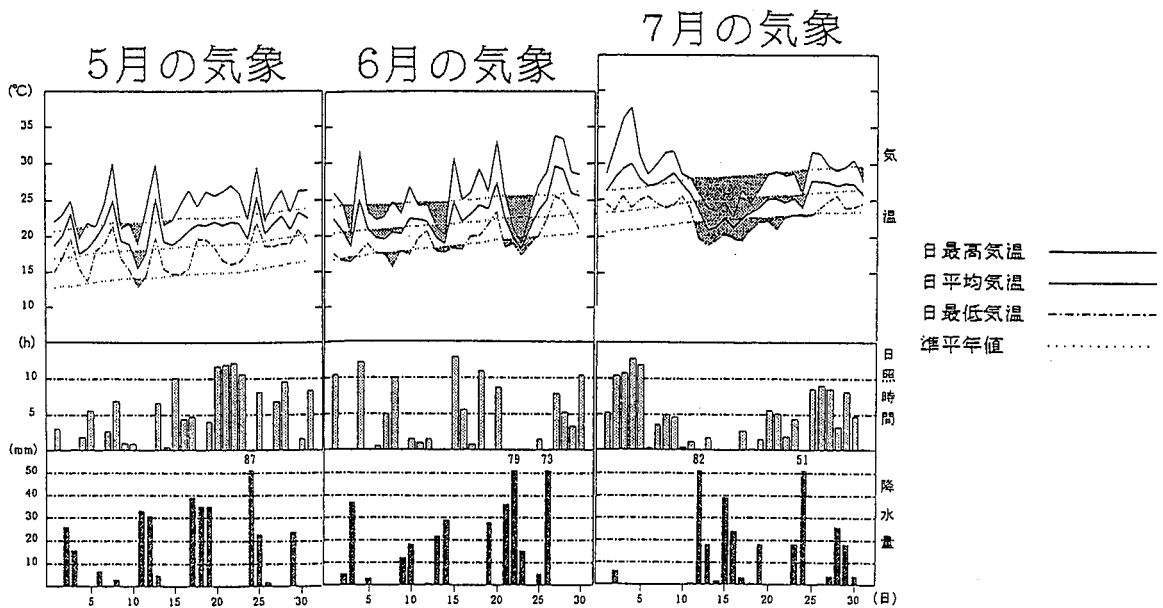


図2 5～7月の気象状況

6, 7月のOx濃度の日最高濃度値は7~135 ppbの範囲で変化し, Oxの1日のドース値(5~20時の濃度の積算値, 以下時間を省略)は46~937 ppb・hrの範囲で変化した。7月のOx全期間ドース値は12640 ppb・hrで, 昨年度(9259 ppb・hr)より上昇したが, 観察日前10日間(7月21日~30日)の期間ドース値は3153 ppb・hrで, 昨年度(3234 ppb・hr)より低下した。

今年度は6月から7月にかけて晴天の日が少なく, 晴天の日が続いたのは, 6月下旬から7月上旬の数日に限られた。Ox濃度が90 ppbを越えた日(1時間でも超えた日)は, 6月から7月の間で3日間しかなく, それ以外の日はOx濃度は低かった。Ox濃度の日最高濃度値とドース値は共に6月18日, 7月上旬, 及び7月20日前後にかけて高めとなった。7月下旬は, 21日及び23日に当研究所のオゾン濃度が90 ppb程度まで上昇した。

## 2 植物被害の観察結果

### 1) アサガオ及びサトイモ

関東知事会大気汚染部会の広域調査では, 被害葉率及び平均被害面積率が, アサガオ及びサトイモの被害の程度を表す指標として, 長年用いられてきた<sup>3)</sup>。その定義について, 下に説明する。

注) 被害葉率: (被害葉数 / 現存葉数) × 100 (%)

平均被害面積率:

被害葉毎の被害面積率の累計値 / 被害葉数 (%)

アサガオ及びサトイモの被害葉率の経日変化を図3に, 平均被害面積率の経日変化を図4に示した。アサガオは, 6月1日の時点で既に被害が出ているが, これは, 5月22日前後にOx濃度が上昇したときの影響(静岡中央局のOx濃度最高値: 135 ppb)を受けたためだと思われる。アサガオの被害葉率は, 6月29日から7月7日の間で20%以上上昇し, その後, 緩やかに低下しているが, これは, 7月4日に当研究所近辺でオゾン濃度が上昇したときの影響を受けたものと思われる。アサガオの平均被害面積率は, Oxドースの積算値の変化の仕方に追随していた(図5参照)。相関係数はR=0.95となった。

6月18日にOx濃度が上昇し(静岡中央局での90 ppb以上の時間数: 6時間, 最大値135 ppb), サトイモ, ペチュニアは, 24日に被害が観察された。

サトイモの被害葉率は, 6月15日~7月7日の間, 上昇しているが, これは, 6月18日及び7月上旬にOx濃度が上昇したときの影響を受けたものと考えられる。サトイモの平均被害面積率は, 7月7日~13日にかけて急激に上昇しているが, これは7月7日までに, 被害を受けた葉の被害面積が増えたためだと思われる。

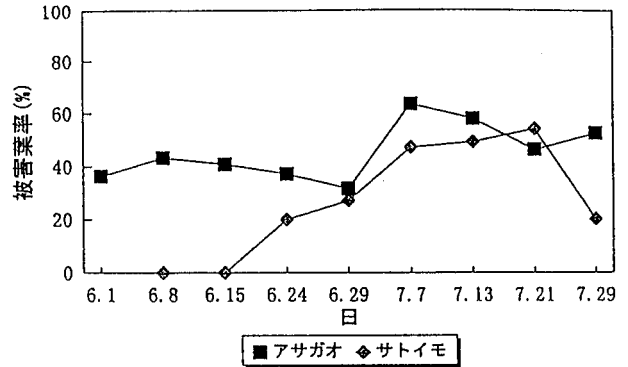


図3 アサガオ及びサトイモの被害葉率の経日変化

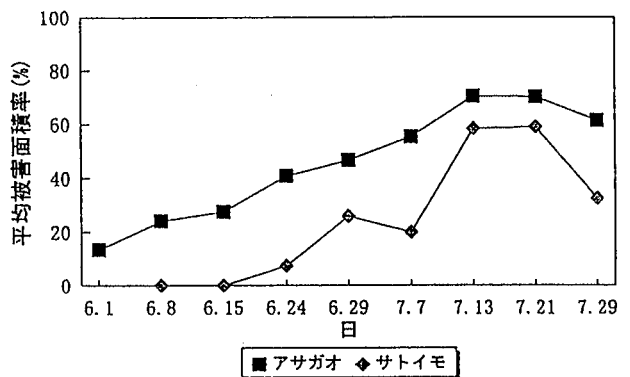


図4 アサガオ, サトイモの平均被害面積率の経日変化

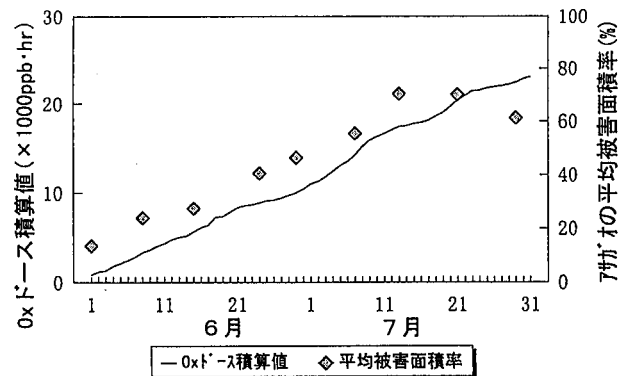


図5 Oxドース積算値とアサガオの平均被害面積率との関係

また, 被害葉率及び平均被害面積率以外の指標についても検討し, その指標として, アサガオ及びサトイモの調査日間の被害面積の変化値(その定義は下に示す)を用い, Ox濃度とアサガオ及びサトイモの被害との関係について調べてみた。

注) 調査日間の被害面積の変化値(以下変化値とする):  

$$\{(\text{調査日の葉の被害面積の合計}) - (\text{前の調査日の葉の被害面積の合計})\} / (\text{前の調査日の葉の枚数}) (\%)$$
 によって算出する。

ただし, 前の調査日の時点で, 枯れていた葉及び被害

面積が100%の葉は前式の計算の対象外とした。

アサガオ、サトイモともに、変化値の積算値は(図6参照)、Oxドースの積算値に追従して変化することが分かった。変化値の積算値とOxドースの積算値との相関係数は、アサガオは、6月1日～29日の間で、 $R=0.99$ 、7月13日～29日の間で $R=0.83$ と非常に高かった。サトイモは、6月8日～29日の間で、 $R=0.98$ 、7月7日～29日の間で $R=0.98$ とこれも非常に高い相関を示した。アサガオは6月29日から7月13日にかけて、サトイモは7月7日から13日にかけて被害の大きな変化が見られる。これは7月上旬に当所のオゾン濃度が上昇したとき(図1参照)の影響が、13日になって被害として観察されたためだと思われる。

また、調査日間のOxドース積算値とアサガオ、サトイモの変化値との相関は、アサガオは $R=0.69$ 、サトイモは $R=0.68$ となり、関係がある様に思われた(図7参照)。

2) ペチュニア

ペチュニアの観察結果を表1に示す。ペチュニアの被害はOx最高濃度が90ppbを超えると約半数の地点で発現することが過去に報告されている<sup>9)</sup>ことから、県内でもPANによる被害発現の濃度条件は満たされていると考えられていた。

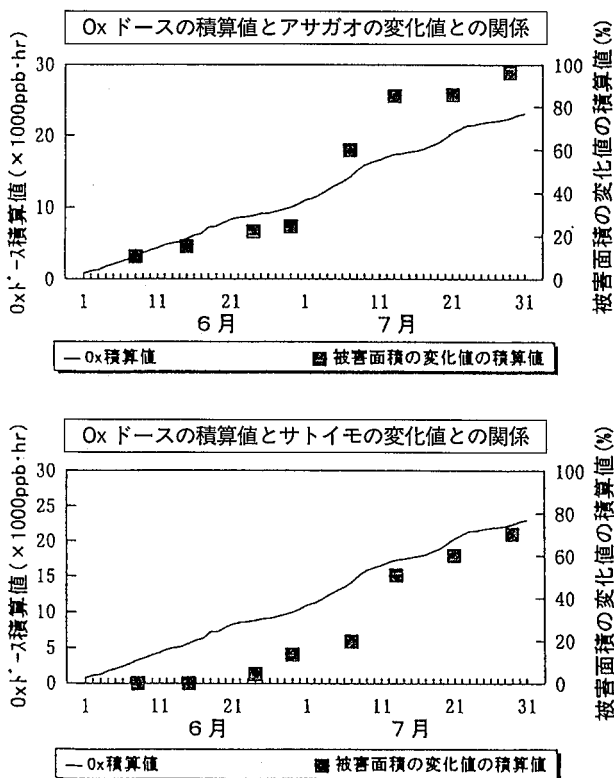


図6 Oxドースとアサガオ、サトイモの変化値との関係

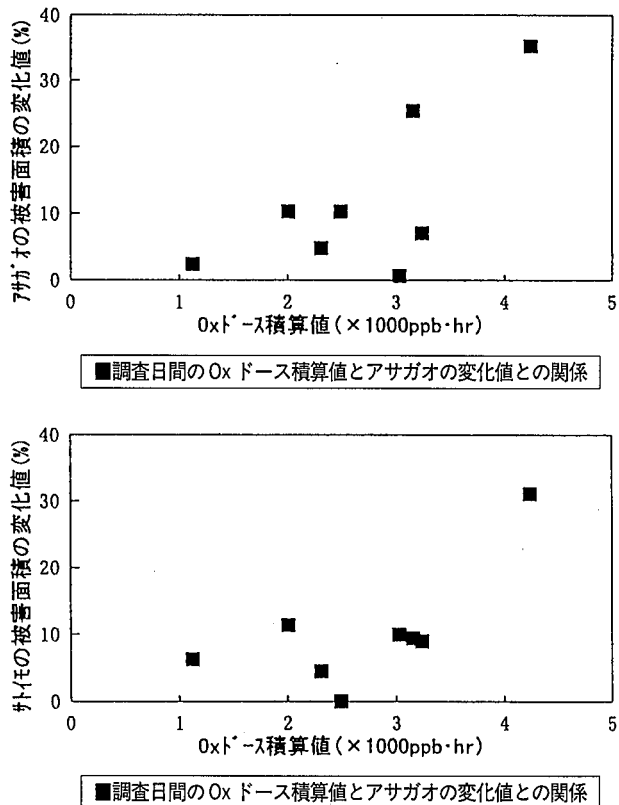


図7 調査日間のOxドース積算値とアサガオ、サトイモの変化値と関係

被害は、6月24日及び7月7日に認められたが、その他の日は被害は認められなかった。6月24日の被害は、6月18日にOx濃度が上がったこと(静岡中央局での90ppb以上の時間数:6時間,最大値135ppb)により、当研究所周辺でPANの発生が移流があったためだと思われる。7月7日に被害がみられたのは、当研究所のオゾン濃度の瞬時値で、7月3日から5日にかけて、90ppb以上の時間数は12時間有り、このときに当研究所付近でPANの発生があったためだと思われる(静岡中央局のOx濃度は7月1日～7日の間は、90ppb以上の日は無く、最大値75ppb)。7月7日以降、ペチュニアの被害は観察されなかった。これは、当研究所のオゾン濃度の瞬時値で、7月7日以降に90ppb以上を示した時間数は、21時間あったが、(静岡中央局のOx濃度で、7月7日以降で90ppb以上を示した時間数は3時間)当研究所周辺でPANの発生及び移流が起らなかったためだと思われる。

過去の調査は、7月末のみの調査であったので、観察された被害は少なく、その被害を観察するためには、観察頻度を増やす必要があると考えられる。



表1 ペチュニアの観察結果

調 査 年 月 日	タイタンホワイト						タイタンブルー						備 考 被害症状及び程度
	白1		白2		白3		青1		青2		青3		
	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏	
'98. 6.24	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	葉の裏は銀白色，表は褐色
'98. 6.29	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
'98. 7. 7	●	●	●	●	○	○	●	●	○	○	○	○	裏は白色，6/24より軽い被害
'98. 7.13	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
'98. 7.21	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
'98. 7.29	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

注) 記載方法：被害が認められた場合は●，無い場合は○を記入する。

### ま と め

- (1) 6, 7月のOx濃度の日最高濃度値は7~135ppbの範囲で変化し，Oxの1日のドース値(5~20時，以下時間を省略)は46~937ppb・hrの範囲で変化した。7月の全期間ドース値は12640ppb・hrで，昨年度(9259ppb・hr)より上昇したが，観察日前10日間の期間ドース値は3153ppb・hrで，昨年度(3234ppb・hr)より低下した。
- (2) Ox濃度の日最高濃度値とドース値は共に6月18日，7月上旬，及び7月20日前後にかけて高めとなり，このうち特に7月上旬のOx濃度が，アサガオ，サトイモに顕著な被害を与えた。
- (3) Ox濃度とアサガオ及びサトイモの被害との関係について，アサガオの平均被害面積率は，Oxドースの積算値の変化の仕方に追随し，非常に高い相関があった。また，アサガオ及びサトイモの調査日間の被害面積の変化値の積算値が，Oxドースの積算値に追随して変化するパターンが得られ，これも非常に高い相関があった。アサガオ及びサトイモの調査日間の被害面積の変化値と，調査日間のOxドース積算値との間にも，相関が見られた。
- (4) ペチュニアの被害は，6月24日及び7月7日に認められたが，その他の日は被害は認められなかった。6月24日の被害は，6月18日にOx濃度が上がったこと(静岡中央局での90ppb以上の時間数：6時間，最大値135ppb)により，当研究所周辺でPANの発生か

移流があったためだと思われる。7月7日に被害がみられたのは，当研究所のオゾン濃度で，7月3日から5日にかけて90ppb以上の時間数は12時間有り，このときに当研究所付近でPANの発生があったためだと推測される。

この植物影響調査法は，Ox測定機器が無いところでも，光化学オキシダントが環境にどのような影響を与えるかを，身近な植物を使って知ることができるので，環境教育の題材として活用できる。

### 文 献

- 1) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会，一都三県公害防止協議会：関東地方における光化学オキシダント汚染と植物被害に関する研究，5，(1984)
- 2) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会，一都三県公害防止協議会：昭和60年度光化学スモッグによる植物影響調査報告書，57，(1981)
- 3) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会，一都三県公害防止協議会：昭和50年度光化学スモッグによる植物影響調査報告書，5，(1976)
- 4) 関東地方公害対策推進本部大気汚染部会，一都三県公害防止協議会：植物からみた関東地方の光化学スモッグ被害の実態(IV)，光化学スモッグによる植物影響調査報告書，5年間のまとめ(昭和63年~平成4年)，30，(1997)

## 均一沈殿法の排水処理への応用

東部支所 村松重緒, 房家正博, 鈴木守正  
斉藤将人, 杉山光則\*, 浅岡龍郎

Application of Homogeneous Precipitation Method to Waste Water Treatment

Shigeo MURAMATSU, Masahiro FUSAYA, Morimasa SUZUKI,  
Masato SAITO, Mitsunori SUGIYAMA\* and Tatsuro ASAOKA

尿素の加水分解を利用した均一沈殿法により, 排水中のリン, 重金属の除去を試みた。

本法により, 排水中のリン(難分解性物質中に含まれるリンを除く)は全量除去され, 同時に窒素が除去される場合も見られた。また重金属も条件により除去が確認された。

本法の排水処理への適用は, 物理化学的処理法の晶析法に近い方法だが, 今までに利用されていない手法であり, 生物処理後の三次処理や重金属排水処理の一手法として, 利用も可能と思われた。

Key words : 均一沈殿法, 晶析法, 凝集沈殿法, 排水処理

Homogeneous precipitation method, Crystallization method, Flocculating precipitation method,  
Waste water treatment

### はじめに

水質の富栄養化の原因物質としては, 窒素(以下, Nと略記), リン(以下, Pと略記), カリウム, 鉄などの十数種類の元素やビタミンB群などがあるといわれている。このうちN, P以外は生物の必要量が極微量で制限栄養素になりにくいいため, N, Pによる汚濁が最重要視されている<sup>1)</sup>。

N, Pなどの栄養塩や重金属の発生源としては, 生活排水, 工場排水, 畜産排水といった人為的なもの, 農業用水, 雨水, 森林の流出, 地下水などの自然的なもの, 底泥の流出といった二次的なものなど広範囲に及んでいる。こういったN, P, 重金属の流入は, 湖沼, 内海,

内湾などの富栄養化をはじめとして, 水道原水水質の悪化や農業被害などの障害をもたらすこともある<sup>2)</sup>。そのため水質汚濁防止法, 環境基本法においても, N, P, 重金属についての排水基準, 環境基準が設定されている。

Pは資源としても有用, 有限な資源であり, 世界的にもその枯渇が危惧されていることから, 工場排水, 環境水などからN, Pを同時に効率良く除去することは, 水質汚濁防止及び資源の有効活用の観点からも重要かつ必須である。

N, Pの高度処理プロセスは現在, 生物処理法では, 生物膜法, 活性汚泥法, 包括固定化法, 自己造粒法などがあり, 物理化学的処理法では, 吸着法, 晶析法, 浮上分離法, 触媒湿式酸化法, イオン交換法などが開発されている<sup>3)</sup>。

分析化学の一手法として発展した均一沈殿法<sup>4)</sup>は, 無機合成化学の分野では物性(化学組成, 粒径)の揃った粒子を合成するのに適しているため, 種々の金属の酸化物, 水酸化物, リン酸塩, 炭酸塩などの化合物の合成やその生成過程<sup>5)~9)</sup>について, 多数の報告がある。

本研究では, 種々の金属の各種リン酸塩の合成に有効な均一沈殿法を排水処理に用いて, 排水中のP及び重金

静岡県環境衛生科学研究所東部支所  
(〒410-0055, 沼津市高島本町1-3)

Eastern Branch Office of Shizuoka Institute of Environment  
and Hygiene (1-3, Takashimahonchō, Numazu-shi, 410-0055,  
Japan)

\*静岡県富士工業技術センター

\*Fuji Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture

属の除去を試みた。均一沈殿法で最も研究が行われている尿素法を用いて、排水処理への応用について検討を行ったので報告する。

## 実 験

### 1 試薬の調整

本実験で使用した試薬は全て和光純薬工業(株)製を用いた。N、Pの定量に用いたペルオキシ二硫酸カリウムは窒素・リン測定用試薬、Nの定量に用いた水酸化ナトリウムは窒素測定用試薬、各種重金属の除去実験に用いた塩化鉛(II)、塩化クロム(III)六水和物は一級試薬、各種重金属の定量に用いた硝酸は有害金属測定用試薬、重金属標準溶液は原子吸光分析用試薬、それ以外の試薬は全て特級試薬を用いた。なお各種重金属の塩は全て塩化物を使用した。

### 2 実験方法

#### 1) 反応装置と反応溶液の取扱い

反応装置は(株)東洋製作所製ウォーターバス LS-306 に並列スターラーSR-306 を接続したものを使用した。ウォーターバス内の水温が一定温度(25, 50, 75°C)に達してから、100 mlの反応溶液の入った300 ml三角フラスコをセットし、溶液を攪拌させながら5時間反応を行った。反応終了後反応溶液を直ちにろ過し、生成物は蒸留水で十分洗浄した。ろ液(洗浄水を含む)は捕集し、生成物は五酸化二リン存在下で、アスピレーターにて真空中に近づけたデシケーター中で、室温にて24時間以上乾燥を行った。

#### 2) 反応条件の検討

尿素濃度を0.01, 0.05, 1.00 mol/lとし、希塩酸にて初pHを3.00(±0.03)に調整し、1)の条件にて反応を行い、尿素濃度、反応温度の検討を行った。

#### 3) 溶液中のPの除去

カルシウムイオン濃度を0.10 mol/l、尿素濃度1.00 mol/lとし、リン酸イオン濃度0.10 mol/l (Ca/P(カルシウムとリンのモル比)=1.00)、またはリン酸イオン濃度0.06 mol/l (Ca/P=1.67)となるよう溶液を調整し、希塩酸にて初pHを3.00(±0.03)に調整した後、1)の条件にて反応を行い、溶液中のリン酸イオンの除去を試みた。

#### 4) 溶液中の各種重金属の除去

各種重金属イオン濃度を0.10 mol/lとし、尿素濃度1.00, 10.0 mol/lとなるよう溶液を調整し、希塩酸にて

初pHを3.00(±0.03)に調整した後、1)の条件にて反応を行い、溶液中の各種重金属イオンの除去を試みた。

#### 5) 実排水への応用

各種実排水をカルシウムイオン濃度1.00 mol/l、尿素濃度1.00 mol/lとなるよう溶液を調整し、希塩酸にて初pHを3.00(±0.03)に調整した後、1)の条件にて反応を行い、溶液中のリン酸イオン、窒素、各種重金属イオンの除去を試みた。なお実排水は生物処理済のもの、金属機械業の原水を用いた。

### 3 生成物(反応溶液等)の測定

反応で得られた生成物の一部はX線回折(以下、XRDと略記)装置を用いて同定し、ろ液(洗浄水を含む)の一部は日本工業規格工場排水試験法(JISK 0102)にて、各種重金属、全窒素(T-N)、全リン(T-P)の濃度を定量した。

N、Pの濃度は、日立製作所(株)製150-20形ダブルビーム分光光度計を用いて、石英セルに試料を移した後、各々指定波長における吸光度を測定し、検量線法にて定量した。

各種重金属の濃度は、島津製作所(株)製原子吸光分光光度計AA-6500 Sを用いて、フレイム法(吸引法)で、D2ランプによるバックグラウンド補正を行って各元素の指定波長における吸光度を測定し、検量線法にて定量した。なお燃料ガスにはアセチレン、助燃ガスには空気を用いた。

pHは東亜電波工業(株)製デジタルpHメーターHM-50 Vに複合電極GST-5421 Cを接続し、水温25°Cにおける指示値を測定した。

XRD装置は理学電機(株)製粉末X線回折装置RAD-Cを用い、Cu-K $\alpha$  (40 kV, 30 mA)でNiフィルターを使用した。試料は粉末をそのまま用いて、室温にて測定した。

## 結果及び考察

### 1 反応条件の検討

各反応温度における反応溶液のpHの測定結果を図1に示す。低温側においては尿素がほとんど分解しないため、反応溶液のpHはほとんど上昇しなかった。よって本実験では、反応温度を75°Cで行うこととした。

各尿素濃度における反応溶液のpHの測定結果を図2に示す。尿素濃度が高いほどpHの上昇が速いことが確認された。以上の結果から本実験では、反応時間を5時間、尿素濃度を1.00 mol/lとして、本法の排水処理への適用に対する評価を行うこととした。

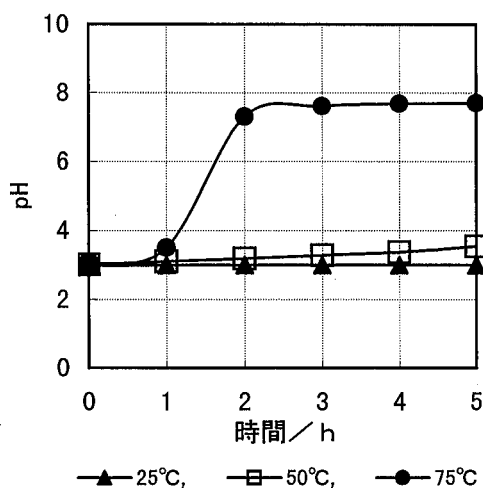


図1 各反応温度における反応溶液のpH曲線 (尿素濃度 1.00 mol/l)

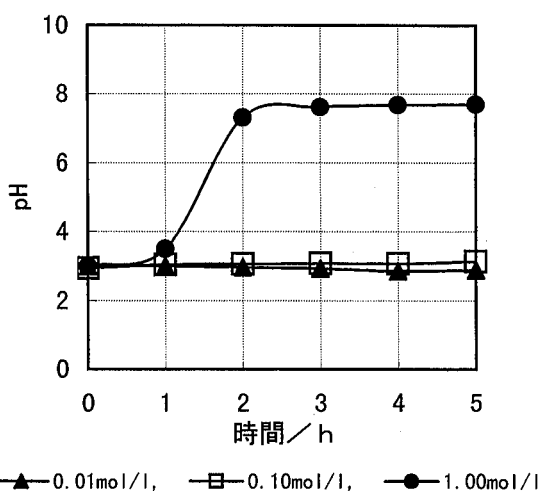


図2 各尿素濃度における反応溶液のpH曲線 (反応温度 75°C)

## 2 溶液中のPの除去

リン酸イオン濃度 0.06, 0.10 mol/l の溶液に本法を適用してPの除去を試みた。除去結果を表1に示す。除去率は、96.3%, 99.9%と高い値が得られた。

本法ではカルシウムイオン濃度を 0.10 mol/l としたが、実排水には種々の共存物質が含まれており、例えばカルシウムイオンは硫酸イオンとは容易に沈殿生成し消費される。そのため、添加するカルシウムイオン量は

表1 反応溶液中のリン酸イオンの除去結果

PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /mol/l		除去率/%
反応前	反応後	
0.06	8.69×10 <sup>-5</sup>	99.9
0.10	3.75×10 <sup>-3</sup>	96.3

[Ca<sup>2+</sup>]=0.10 mol/l, [(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO]=1.00 mol/l

ン酸イオンに対して過剰 (Ca/Pが大) とする必要がある。実排水ではCa/Pは1.67以上とする必要がある<sup>5)</sup>。

アルカリ土類金属の元素は本法でリン酸塩などを生じることが報告されており<sup>5)~8)</sup>、沈殿剤として水溶性のマグネシウム、ストロンチウム、バリウムなどの塩でも代替可能と思われる。実際に添加する際のコストや環境に与える影響などを考慮すると、カルシウムまたはマグネシウムの塩が実用的と思われる。

## 3 溶液中の各種重金属の除去

各種重金属イオン (Fe<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>) 濃度 0.10 mol/l の溶液に本法を適用して各種重金属の除去を試みた。除去試験結果を表2に示す。なお尿素濃度 1.00 mol/l では反応が完結せず、良好な除去結果が得られなかったため、尿素濃度 10.0 mol/l にて除去を試みた。

表2よりFe<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>は98%以上の除去率を示したが、Zn<sup>2+</sup>では57%, Ni<sup>2+</sup>では46%, Cd<sup>2+</sup>では28%程度の除去率であった。これらの反応生成物が水酸化物であると考えた場合、それぞれの反応溶液の最終pHにおける各種重金属イオンの溶解度とpHの関係<sup>10)</sup>を比較すると概ね一致した。重金属の沈殿生成は溶液のpH制御が重要であり、今回除去の不完全であったZn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>などを効率良く除去するためには、反応溶液のpHをさらに上昇させる工夫が必要と考えられた。

本実験条件では、尿素濃度 1.00 mol/l での重金属の除去率は 10.0 mol/l に比べ劣っていた。尿素的加水分解に伴い供給される沈殿剤はそれほど多くないためと考えられ、尿素と金属の比を大きくすることで、短時間の反応完結が可能になるとと思われる。また反応温度を高くすることも短時間の反応完結には有効と思われる。

表2 反応溶液中の重金属イオンの除去結果

添加重金属イオン種	濃度/mol/l		最終pH	除去率/%
	反応前	反応後		
Fe <sup>3+</sup>	0.10	1.18×10 <sup>-6</sup>	7.69	>99.9
Cr <sup>3+</sup>	〃	4.86×10 <sup>-5</sup>	7.79	>99.9
Pb <sup>2+</sup>	〃	1.01×10 <sup>-4</sup>	7.76	99.9
Cu <sup>2+</sup>	〃	1.64×10 <sup>-3</sup>	7.81	98.4
Zn <sup>2+</sup>	〃	4.33×10 <sup>-2</sup>	7.49	56.7
Ni <sup>2+</sup>	〃	5.36×10 <sup>-2</sup>	7.57	46.4
Cd <sup>2+</sup>	〃	7.24×10 <sup>-2</sup>	7.67	27.6

[(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO]=10.0 mol/l

## 4 実排水への応用

各種実排水に本法を適用してP, 重金属の除去を試みた。除去試験結果を表3, 表4, 表5に示す。

表3 反応前後の実排水の水質測定結果 (pH, T-N, T-P)

業 種	最終 pH	T-P/mg/l		除去率 /%	T-N/mg/l		除去率 /%
		反応前	反応後		反応前	反応後	
食料品製造業 A	7.55	1.73	<0.005	>99.9	11.8	7.83	33.6
食料品製造業 B	7.56	3.50	<0.005	>99.9	21.0	26.4	-47.9
し尿処理施設	7.29	2.40	<0.005	>99.9	26.9	15.0	44.2
下水処理場	7.61	0.429	<0.005	>99.9	16.6	10.7	35.5
飲食店 A	7.56	1.62	<0.005	>99.9	5.55	7.82	-40.9
飲食店 B	7.23	4.23	<0.005	>99.9	16.3	24.1	-47.8
金属機械業(原水) A	7.53	1.87	—	—	6.35	—	—
金属機械業(原水) B	7.55	0.117	—	—	4.15	—	—

表4 反応前後の実排水の水質測定結果 (Cu, Zn, Cr)

業 種	Cu/mg/l		除去率 /%	Zn/mg/l		除去率 /%	Cr/mg/l		除去率 /%
	反応前	反応後		反応前	反応後		反応前	反応後	
金属機械業(原水) A	—	—	—	3.70	1.97	46.8	0.42	<0.02	>99.9
金属機械業(原水) B	5.83	2.21	62.1	—	—	—	—	—	—

表5 反応前後の実排水の水質測定結果 (Ni, Pb, Fe)

業 種	Ni/mg/l		除去率 /%	Pb/mg/l		除去率 /%	Fe/mg/l		除去率 /%
	反応前	反応後		反応前	反応後		反応前	反応後	
金属機械業(原水) A	0.21	0.13	38.1	—	—	—	76.6	0.01	>99.9
金属機械業(原水) B	—	—	—	1.09	0.92	15.6	0.15	<0.01	>99.9

表3より、実排水において全ての試料でPの除去が確認され、高い除去率が得られた。Nについては一部の試料において、同時に除去されている場合も見られたが、測定中に沈殿を生じ、定量できない試料も見られた。尿素は加水分解でアンモニアを生じ、原則として反応溶液中のN濃度は増加するため、Nの除去に尿素法を用いるのは適していない。しかし共存イオンとの反応により、例えばリン酸マグネシウムアンモニウム ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ) といった沈殿を生じたり、生成した水酸化物などの沈殿に反応溶液中に存在する硝酸イオン、亜硝酸イオン、アンモニアイオンなどが吸着したり、攪拌、温度、pHの影響により揮散したりして、濃度が減少した場合も見られたのではないかと考えられる。Nの除去については、本実験では完全に行うことはできず、別途検討していく必要があると思われる。

表4、表5より、各種重金属については溶解度積が小さいもの (Fe, Cr など) ほど高い除去率が得られ、各種重金属の除去試験と同様の傾向が見られた。実排水は水質が各々異なるため、全ての排水に適用できる反応条件 (反応時間、反応温度、尿素濃度など) は決定できないが、原水の水質がおおよそ予想できれば、適した条件をあらかじめ予備実験などで設定できるため、実排水への本法の適用も可能であると思われる。

均一沈殿法を利用した排水処理は、物理化学的手法の晶析法に近いが、今までに利用されていない手法である。P、重金属のみの処理や、生物処理後の三次処理の一手法として、利用も可能と思われる。

## 結 論

均一沈殿法による排水中のリン、重金属の除去を試み、以下のような結論を得た。

- 1) リン (難分解性物質中のリンを除く) は、ほぼ全量除去可能で、窒素が除去される場合も見られた。
- 2) 各種重金属も条件により除去可能で、窒素、リンが同時に除去される場合も見られた。ただし窒素については完全に除去できず、今後の検討が必要と思われる。
- 3) 原水の水質をあらかじめ予測し、条件制御を適切に行えば、本法の排水処理への適用も可能であると思われる。
- 4) 均一沈殿法の排水処理への適用は物理化学的手法の晶析法に近い方法だが、今までに利用されていない手法であり、生物処理後の三次処理や重金属排水処理の一手法として、利用も可能と思われる。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、XRD装置の借用並びに多くの助言を頂いた、東海大学理学部化学科松田恵三教授に深く感謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 浦野紘平他：排水中のリン除去技術の特徴と経済性，用水と廃水，**29**,(5), 425-434 (1987)
- 2) 北尾高嶺：各種脱窒素・脱リン法の評価と今後の課題，公害と対策，**14**,(8), 822-831 (1978)
- 3) 稲森悠平他：窒素・リン対策の最新動向と除去技術，資源環境対策，**29**,(8), 728-739(1993)。
- 4) 村松重緒：均一沈殿法について，静岡県環境衛生科学研究所技術情報，**16**, 1, 4-6 (1998)
- 5) 松田恵三他：尿素の加水分解を利用した水酸アパタイトの合成，プレーティングとコーティング，**8**,(4), 195-198 (1988)
- 6) 加藤千春他：均一沈殿法によるバリウム各種リン酸塩の合成，日化，(7), 630-637 (1996)
- 7) 村松重緒他：均一沈殿法によるストロンチウムアパタイトの合成，日化，(6), 531-537 (1994)
- 8) 松田恵三他：尿素の加水分解を用いる均一沈殿法によるリン酸マグネシウム五水和物の合成，日化，(7), 968-972 (1991)
- 9) 加藤昭夫他：均一沈殿法による鉄(III)塩溶液からの水酸化鉄粒子の生成，日化，(6), 800-807 (1984)
- 10) 公害防止の技術と法規編集委員会，五訂・公害防止の技術と法規 [水質編]，159-163，社団法人産業環境管理協会，東京 (1996)

## 非イオン系界面活性剤のBODに与える影響

東部支所 齊藤将人, 鈴木守正, 房家正博  
村松重緒, 浅岡龍郎

The Influence of Nonionic Surfactants on BOD

Masato SAITO, Morimasa SUZUKI, Masahiro FUSAYA,  
Shigeo MURAMATSU and Tatsuro ASAOKA

最近、BOD（生物化学的酸素要求量）処理施設を持たない金属製品製造工場・事業場排水のBOD基準値超過がいくつか見られ、その原因として、脱脂工程で特定フロンの代替物質として使用されている非イオン系界面活性剤を含む脱脂剤の影響が考えられた。そこで、非イオン系界面活性剤のBODに及ぼす影響を調べるため、アンケートによる工場・事業場での使用実態の調査とともに、排水中の非イオン系界面活性剤のBOD負荷量や排水処理による非イオン系界面活性剤の除去効果についての試験を行った。

その結果、非イオン系界面活性剤は広く使用されていることがアンケート調査により確認された。また、非イオン系界面活性剤の代表的な物質であるヘプタオキシエチレンドデシルエーテルのBODは、物質100 mg/l当たり95.1 mg/lであった。そして、排水処理による非イオン系界面活性剤の除去効果については、凝集沈殿法よりも生物処理で高い処理効率を示し、非イオン系界面活性剤に対する生物処理の有効性が推察された。

Key words : 非イオン系界面活性剤, BOD, 脱脂剤, 排水処理

Nonionic surfactants, Biochemical Oxygen Demand, Degreasing cleaners,  
Waste water treatment

### はじめに

界面活性剤は一つの分子中に親油基と親水基を持ち、油と水の両方に溶ける性質によって、ある物質に付着した油分を水中に移す作用（洗浄）や、油分を水中に取り込む作用（乳化）などをもたらす物質である。

また、界面活性剤は水に溶けたときに、親水基がマイナスに解離するのか、プラスに解離するのか、pHによって両性に解離するのか、イオンに解離しないのかによって、陰イオン系界面活性剤、陽イオン系界面活性剤、両性界面活性剤、非イオン系界面活性剤に分類されてい

る<sup>1)</sup>。

この中で、最も生産量が多いのは、陰イオン系界面活性剤であるが、その生産量は減少傾向にある。それに対して、非イオン系界面活性剤は、近年、生産量が伸びてきており、界面活性剤全体の約4割を占めている<sup>2)</sup>。そして、その多くは、家庭用の洗剤、産業用の脱脂剤、乳化剤などに用いられている。

一方、最近、水質汚濁防止法による排水基準違反の中で、金属製品製造工場・事業場のBOD違反が目につくようになり、その原因として、非イオン系界面活性剤を含む脱脂剤の影響が考えられた。そこで、当所では、これら金属製品製造工場・事業場における非イオン系界面活性剤の使用状況とその排水への影響を調べるため、非イオン系界面活性剤の使用実態調査と排水中の非イオン系界面活性剤に関する試験を実施したので、その結果を報告する。

静岡県環境衛生科学研究所東部支所  
(〒410-0055, 沼津市高島本町1-3)

Eastern Branch Office of Shizuoka Institute of Environment  
and Hygiene (1-3, Takashimahonchō, Numazu, 410-0055,  
Japan)

## 調査方法

### 1 調査項目

#### 1) 非イオン系界面活性剤使用実態アンケート調査

県内東部地域の金属製品製造工場・事業場 80 社を選定し、「脱脂剤、消泡剤等に関するアンケート」を実施した。

アンケートでは、使用商品名、納入先、使用目的、成分名（わかる範囲で）について質問した。

#### 2) 非イオン系界面活性剤の COD および BOD の測定

非イオン系界面活性剤の COD および BOD の測定は、JIS K 0102（工場排水試験方法）<sup>3)</sup>に従った。ただし、BOD の測定においては、沼津市中部浄化プラントの初沈の上澄水を接種液として用いた。

#### 3) 非イオン系界面活性剤の濃度とその生物分解性

非イオン系界面活性剤の初期濃度を 10 mg/l, 20 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l としたものを 50 ml に接種希釈液を 50 ml 加えて、それぞれ 100 ml ビーカーに入れ、酸素が十分供給される状態にして 20°C の恒温器に保存し、0 日から 6 日後まで 1 日毎に非イオン系界面活性剤の濃度を測定して、非イオン系界面活性剤の生物分解性を試験した。

#### 4) 工場排水の非イオン系界面活性剤の定量と排水処理

##### 施設による非イオン系界面活性剤の除去効果試験

実際の排水に含まれる非イオン系界面活性剤の濃度を調べるために、金属製品製造工場・事業場の排水処理施設から排出される処理後の水（処理水）を採取し、その中に含まれる非イオン系界面活性剤を 2-2) に述べる方法で定量した。

また、排水処理法による非イオン系界面活性剤の除去効果を調べるため、6 事業場について、排水処理施設に流入する水（流入水）と処理水とを採取し、非イオン系界面活性剤の濃度を比較した。なお、5 事業場については、アンケート結果より、非イオン系界面活性剤の使用を確認した事業場から選定し、それとは別に、生物処理を行っているクリーニング工場を 1 事業場選定した。

### 2 試験方法

#### 1) 標準品として用いた非イオン系界面活性剤

非イオン系界面活性剤は、通常、エーテル型、エステル型、エステルエーテル型、アルカノールアミド型およびその他に分類されている。

エーテル型の非イオン系界面活性剤は、非イオン系界面活性剤の生産量の 60% 以上を占めており、ポリオキシエチレンアルキルエーテル (POE・R, AE) とポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル (POE・P, APE) がその大部分である<sup>2)</sup>。

また、JIS K 0102 における非イオン系界面活性剤の

測定<sup>3)</sup>では、POE 型の非イオン系界面活性剤を測定対象とし、標準物質として、POE 型の一つであるヘプタオキシエチレンドデシルエーテル ( $C_{12}H_{25}-O-(CH_2CH_2O)_7-H$ , 以下、 $C_{12}POE_7$  とする) を使用している。

そこで、本法でも、 $C_{12}POE_7$  (関東化学、水質試験用、製品名ヘプタエチレングリコールモノ-n-ドデシルエーテル) を標準品として使用した。

#### 2) 非イオン系界面活性剤の定量試験

非イオン系界面活性剤は、JIS K 0102 に規定されるテトラチオシアノコバルト(II)酸吸光光度法よりも、簡便で、より低濃度まで検出できると言われる、4-(2-ピリジルアゾ)-レゾルシノール (PAR) による吸光光度法<sup>4),5),6)</sup>を用いて定量した。その方法を図 1 に示す。なお、吸光度の測定は、日立 150-20 形ダブルビーム分光光度計を用いた。

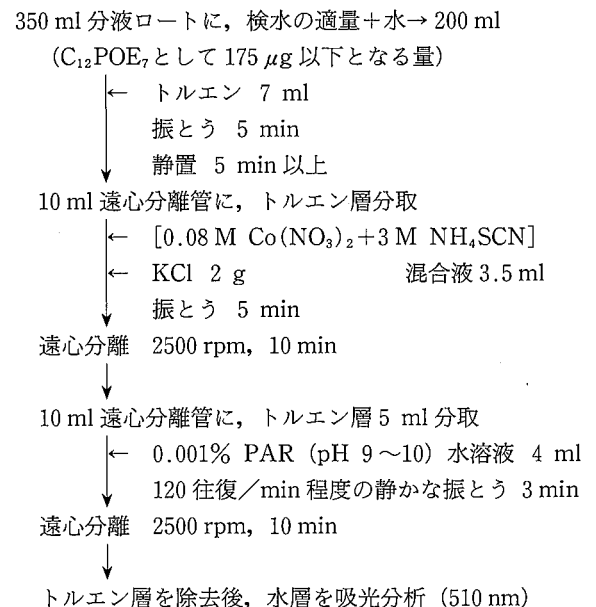


図 1 PAR による吸光光度法

## 結果と考察

### 1 非イオン系界面活性剤使用実態アンケート結果

金属製品製造工場・事業場 80 社に対するアンケートの結果、48 社から回答が得られ、延べ 109 種類の脱脂剤、消泡剤等の使用が挙げられていた。このうち、その成分中に非イオン系界面活性剤が含まれている割合は 40% 以上であることがわかった (図 2)。

また、48 社のうち 70% 以上の工場・事業場では、中和、凝集 (および濾過) による排水処理を行っており、油水分離による処理を 6 社が、イオン交換のみの処理を 4 社が、中和のみの処理を 3 社が行っており、工場排水に対する生物処理を実施している事業場は 1 社のみであった



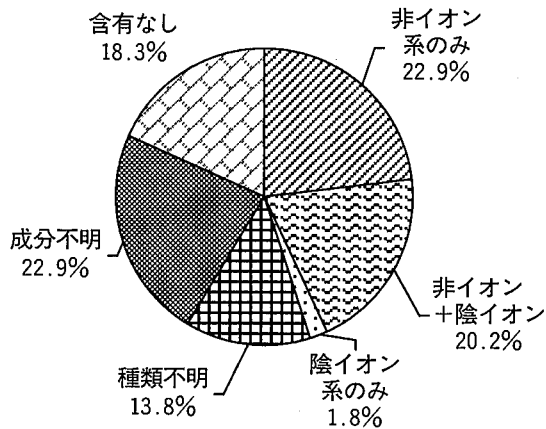


図2 脱脂剤・消泡剤等に使用される界面活性剤の割合

(なお、この事業場では一部の排水しか生物処理をしておらず、非イオン系界面活性剤を含む排水の生物処理は行っていない)。

### 2 非イオン系界面活性剤のCODおよびBODの測定結果

標準物質である  $C_{12}POE_7$  のCODの測定を行った結果、標準物質 19.5 mg/l に対して、CODは 15.1 mg/l の値を示し、同様に 108.7 mg/l に対して、83.6 mg/l の値を示した。これより、 $C_{12}POE_7$  100 mg/l 当たりのCODは 77.2 mg/l であった。

そして、 $C_{12}POE_7$  の濃度が 10 mg/l, 20 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l の溶液についてのBODを測定し、図3のような結果を得た。これより、 $C_{12}POE_7$  100 mg/l 当たりのBODは 95.1 mg/l であった。

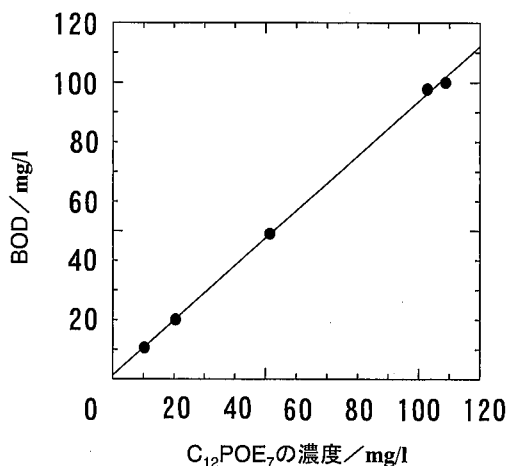


図3 BODと  $C_{12}POE_7$  の濃度の関係

したがって、 $C_{12}POE_7$  の濃度とCODおよびBODの関係は、100 : 77 : 95であることが明らかになった。今後、BOD 負荷については、他の非イオン系界面活性剤や脱脂剤中の他の成分の検討も必要であると考えられる。

また、10 mg/l, 20 mg/l, 40 mg/l, 100 mg/l, 200 mg/l

1の  $C_{12}POE_7$  の濃度の溶液について、それぞれ植種希釈液 (BODとして 0.956 mg/l) で2倍に希釈したものについて5日後のDO (溶存酸素) を測定した結果、10 mg/l 以外の溶液についてはDOが完全に消費され、200 mg/l 程度の濃度であっても生物分解が行われていることが確認された。

### 3 非イオン系界面活性剤の濃度とその生物分解性

標準物質である  $C_{12}POE_7$  の初期濃度を 10 mg/l, 20 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l として、それぞれ1日毎に  $C_{12}POE_7$  の濃度を測定し、濃度による生物分解性の違いを調べた。その結果を図4に示す。 $C_{12}POE_7$  の分解速度は、初期濃度が高濃度のときに緩慢になることが認められた。

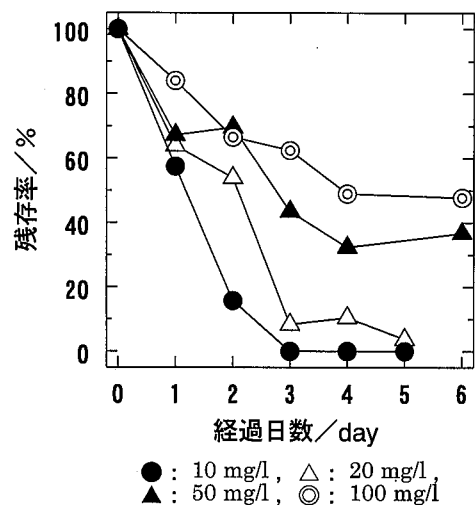


図4  $C_{12}POE_7$  の残存率の経日変化

### 4 工場排水の非イオン系界面活性剤の定量と排水処理施設による非イオン系界面活性剤の除去効果試験

#### 1) 工場排水の非イオン系界面活性剤の定量

金属製品製造工場・事業場の処理施設から排出される水 14 検体について非イオン系界面活性剤の定量をした結果、0.01~3.7 mg/l とばらついた値を示した。これは、非イオン系界面活性剤の使用量、排水処理施設への流入水の性質 (例えば、脱脂廃液が流入しているのか、脱脂後の水洗水が主体なのか)、排水処理方法および処理施設の管理体制などが異なるためと考えられた。

#### 2) 排水処理施設による非イオン系界面活性剤の除去効果試験

排水処理施設による非イオン系界面活性剤の除去効果を調べるために、6事業場について、流入水と処理水とを採取し、その非イオン系界面活性剤の濃度を測定した。各事業場の排水処理方法と非イオン系界面活性剤の処理効率について表1に示す。

A事業場については、酸洗水、洗浄水、電解研磨水が流入しており、廃水中に脱脂廃液も流入している。B事

表1 排水処理施設による非イオン系界面活性剤の処理効率

事業場名	脱脂剤等の 使用目的	脱脂剤等の 使用量,濃度	排水処理方法 [使用凝集剤等]	処理水量 (m <sup>3</sup> /日)	流入水濃度 (mg/l)	処理水濃度 (mg/l)	処理効率 (%)
A (表面塗装)	仕上げ脱脂の中 和洗浄	1 kg/日 12.5%	凝集沈殿 [FeCl <sub>3</sub> +CaCl <sub>2</sub> +高分子]	2.4	4.6	0.96	79
B (表面塗装)	アルカリ脱脂	5 kg/日 5~10%	凝集沈殿 [エマルジョン ブレーカー(Al <sup>3+</sup> 含有)+高分子]	13	7.4	3.7	50
C (メッキ)	浸漬脱脂, 電解 脱脂	15kg/日 4%	凝集沈殿 [FeCl <sub>3</sub> +CaCl <sub>2</sub> +高分子]	65	0.14	0.055	61
D (表面塗装)	アルカリ脱脂	6.5kg/日 6.25%	凝集沈殿 [FeCl <sub>3</sub> +高分子] +急速濾過+活性炭吸着	15	0.84	0.62	26
E (表面塗装)	スプレー洗浄	13kg/日 5~10%	油水分離	29	0.091	0.086	5.4
F (クリーニング)	衣類などの洗浄	70kg/日 100%	加圧浮上+接触曝気+ 砂濾過+活性炭吸着	400	22	0.12	99

業場でも、脱脂水洗水に加え、脱脂廃液も流入しているようである。これに対し、C、DおよびE事業場では、脱脂水洗水などの水洗水のみが流入している。これらのことが流入水の非イオン系界面活性剤濃度の差となってきたと考えられた（E事業場は採水当日、ライン停止中であつた）。また、F事業場は、水洗洗濯の洗い水、脱水水、洗剤洗濯の洗い水などが流入している。

非イオン系界面活性剤の処理効率は、凝集沈殿を行っている事業場の場合は5.4~79%であつたが、生物処理を行っているF事業場では99%と非常に高い値であつた。この場合、活性炭吸着の効果も考えなければならないが、図4の結果を合わせて考えると、非イオン系界面活性剤に対する生物処理の有効性が推察された。

また、今回調べた実排水の非イオン系界面活性剤の濃度測定結果から考えると、非イオン系界面活性剤のBODに対する負荷はそれほど大きくないようだが、事故等により高濃度のものの流出が起こった場合には、BODを上昇させる要因となることも考えられる。

一般に非イオン系界面活性剤はイオン性を持たないため凝集剤中のアルミニウムとは反応せず、凝集処理は困難であり、かつ、分散作用により、他の物質の凝集作用を阻害する<sup>7)</sup>という文献があるが、今回の結果では、凝集沈殿処理であっても、比較的処理効率が高く、処理水中の非イオン系界面活性剤が低濃度になることもあり、条件が合えば、相応の処理ができるものと思われた。

今後の課題としては、サンプル数を増やして、凝集沈殿、生物処理のそれぞれにおける除去効果を明確にし、どのような条件で高い除去効果を示すかを見出すことが挙げられる。

### ま と め

非イオン系界面活性剤のBODに対する影響について検討した結果、次のような結論が得られた。

- 1) アンケート調査結果に加え、実際の工場排水からも比較的高濃度で検出されたことから、非イオン系界面活性剤は広く使用されていることが確認された。
- 2) 非イオン系界面活性剤の代表的な物質であるC<sub>12</sub>POE<sub>7</sub>のBODは100 mg/l当たり95.1 mg/lであり、BODに対する負荷はそれ程大きくないが、場合によっては排水のBODを上昇させる要因となることも考えられた。
- 3) 生物分解性の試験結果から、C<sub>12</sub>POE<sub>7</sub>の分解速度は、その初期濃度が高濃度になると緩慢になることが認められた。
- 4) 排水処理による非イオン系界面活性剤の除去効果については、凝集沈殿法よりも生物処理において高い処理効率を示し、生物処理の有効性が推察された。

### 参 考 文 献

- 1) 日本工業規格：JIS K 3211 界面活性剤用語、解説、代表的な分類と名称、23-25 (1990)
- 2) 中村好伸：非イオン界面活性剤—歴史、種類と性質、用途、水環境学会誌、21, 4, 2-6 (1998)
- 3) 日本工業規格：JIS K 0102 工場排水試験方法 (1993)
- 4) K.Inaba: Determination of Trace Levels of Polyoxyethylene-Type Nonionic Surfactants in Environmental Waters, Intern. J. Environ. Anal. Chem., 31, 63-73 (1987)
- 5) 菊地幹夫他：東京都内河川中の非イオン界面活性剤濃度、東京都環境科学研究所年報、71-74 (1994)
- 6) 石井重光他：神奈川県内主要河川水中の非イオン界面活性剤の実態調査、日本水処理生物学会誌、別巻第18号、32 (1998)
- 7) 相澤貴子他：水道における非イオン界面活性剤の問題、第1回日本水環境学会シンポジウム講演集、5-6 (1998)

## 西部（小笠）地域の窒素による地下水等汚染調査（第1報）

西部支所 中島二夫, 河合 渉, 小池 明  
山本光宣, 梅原 鎬市  
和歌山大学 井伊 博行

Survey on Contamination of Nitrate in Groundwater

Tsugio NAKAJIMA, Wataru KAWAI, Akira KOIKE,  
Mitsunori YAMAMOTO, Koichi UMEHARA and Hiroyuki Ii

硝酸性窒素による地下水やため池の汚染が、全国的に問題になっている。静岡県における硝酸性窒素による地下水とため池の汚染の現状を把握するため、K町およびO町の地下水（井戸水）とため池および河川を調査した。その結果、今回調査した大半の地下水（井戸水）およびため池から、地下水の水質汚濁に関わる環境基準を超える硝酸性窒素が検出された。このことから今後、汚染源を明かにし、汚染の拡大防止および硝酸性窒素を除去して地下水を飲用可能にする必要がある。

Key words : 地下水, ため池, 硝酸, 硫酸  
Groundwater, Tameike, Nitrate, Sulfate

### はじめに

硝酸性窒素は、亜硝酸性窒素と合わせて環境基準では10 mg/l という値が定められている。この値は、メトヘモクロビン血症を防ぐために定められたものである。この病気は、生後3ヶ月以内の乳幼児に発症するリスクが大きいと言われている。日本では、症例の報告がないが、全国的に硝酸性窒素による地下水やため池の汚染が進行していることから<sup>1),2),3),4)</sup>、地下水とため池の水質を正確に把握するとともに、汚染井戸については、汚染源を明らかにし、汚染の拡大防止及び汚染物質を除去して地下水による健康被害を未然に防止する必要がある。

### 調査方法

#### 1 調査期間

1998年4月から2000年3月  
1998年度は、1998年4月、5月、6月、7月、9月、11月と1999年2月の合計7回調査した。

#### 2 調査地点

1998年度は、静岡県のK町とO町内の個人井戸12地点（K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, O1, O2）、ため池4地点（B池, C池, D池, E池）、河川5地点（流入河川のB川, D川, E川と一級河川のG川, H川）の合計21地点を調査した。

#### 3 調査項目および分析方法

pH, 酸化還元電位 (ORP), 電気伝導度 (EC) は、それぞれ pH メーター (ガラス電極法), ORP 計, EC メーターを用いて現地で測定した。

その他の項目は、検水をポリ瓶に採水し実験室に持ち帰り分析した。

その他の項目は、溶存酸素 (DO) 硝酸性窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ), 亜硝酸性窒素 ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), 硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), ニッケル (Ni), ホウ素 (B), コバ

---

静岡県環境衛生科学研究所西部支所  
(〒430-0915, 浜松市東田町87)

Western Branch Office of Shizuoka Institute of Environment  
and Hygiene (87, Higasitamati, Hamamatsu, 430-0915,  
JAPAN)

表1 分析方法

項目	分析方法
pH	ガラス電極法
EC	電気伝導度計
ORP	ORP計
DO	ウインクラー・アジ化ナトリウム変法
NO <sub>3</sub> -N	Cu・Cdカラム還元, ナフチルエチレンジアミン吸光光度法 (Flow-Injection法)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	インドフェノール青吸光光度法
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	塩化バリウム比濁法 (上水試験法)
Cl <sup>-</sup>	モール法
Ni, B,	ICP 発光分析法
Co, Al,	〃
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> ,	イオンクロマトグラフィー
Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	〃
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	硫酸滴定法

ルト (Co), アルミニウム (Al), 塩素イオン (Cl<sup>-</sup>), ナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>), カリウムイオン (K<sup>+</sup>), カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>), マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>), 炭酸イオン (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 安定同位体の酸素<sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O, 炭素<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C, 水素D/H, イオウ<sup>34</sup>S/<sup>32</sup>S, 窒素<sup>15</sup>N/<sup>14</sup>Nであり, 分析方法は, 表1によった. ただし, 安定同位体は, 1999年4月から2000年3月のみ調査する. その分析方法は, 次回に報告する.

調査結果および考察

1 pH

pHの調査結果を図1-1~1-2に示した. 各測定地点のpHの平均値は, いずれもpH7以下であり, 地下水の酸性化が認められた. また, 2つのため池と, これらのため池に流入する2河川は, 河川の環境基準を超えていた. 酸性化が認められたため池や河川の周囲は, 樹園地であった.

2 硝酸性窒素

硝酸性窒素の調査結果を図2-1~2-4に示した. 各測定点の値と地下水の環境基準 (NO<sub>3</sub>-N 10mg/l

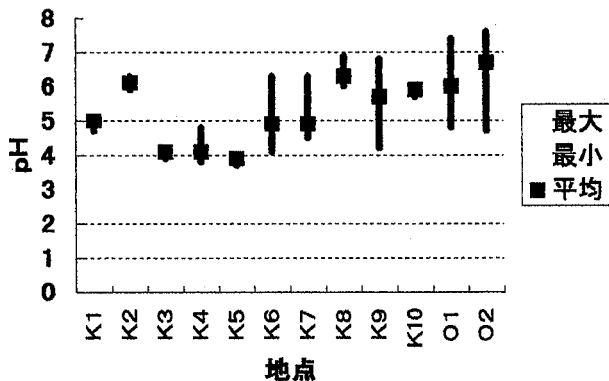


図1-1 地下水のpH

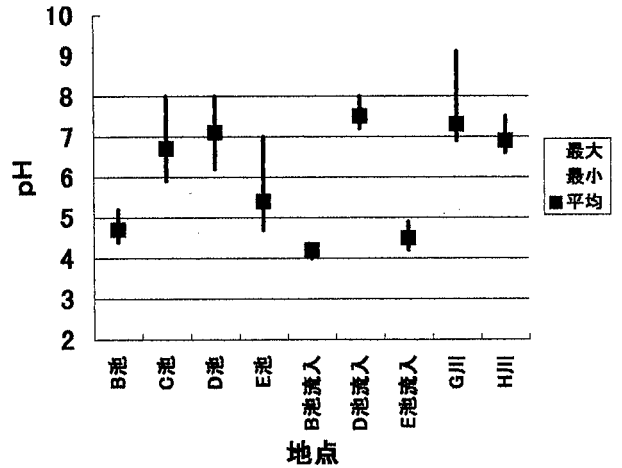


図1-2 ため池と河川のpH

以下)と比較した. 調査した12地点のうち7地点が, 基準を超えていた. その中でも, K4とK5は, 71~85mg/lと高い値が検出された. 調査した4つのため池は, 年間平均値は, 19mg/lであり基準の約2倍であった. また, ため池に流入する3つの河川は, ため池と同様に基準を超えており, 年間平均値は, 28mg/lであった.

一方, 2つの一級河川の年間平均値は, 8mg/lであった.

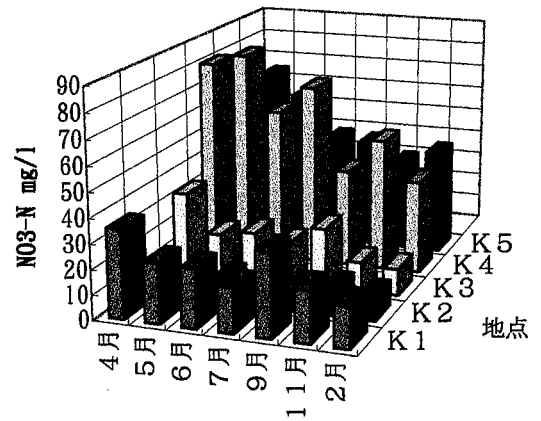


図2-1 地下水の硝酸性窒素の推移

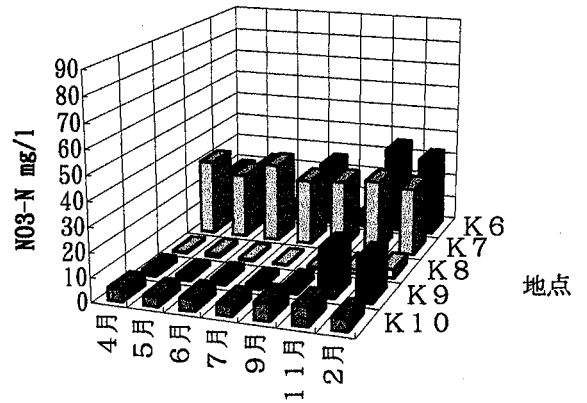


図2-2 地下水の硝酸性窒素の推移

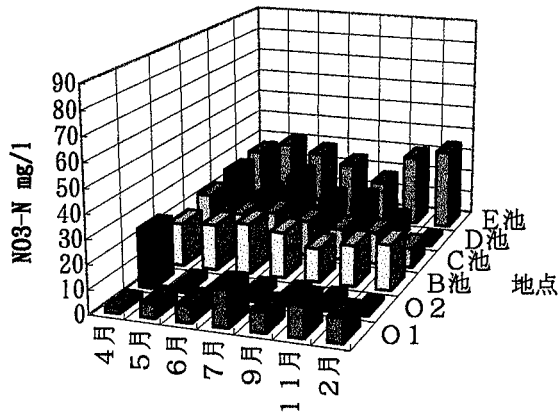


図2-3 地下水とため池の硝酸性窒素の推移

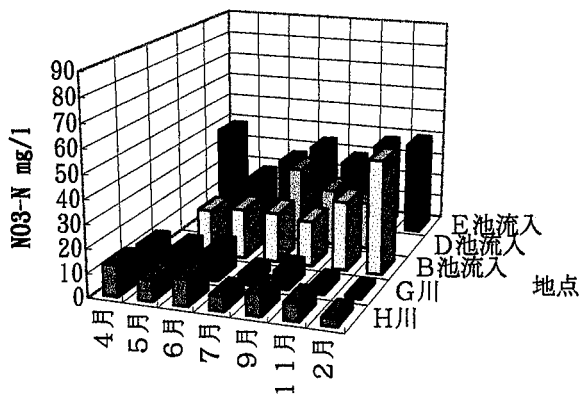


図2-4 河川の硝酸性窒素の推移

### 3 硫酸イオン

硫酸イオンの調査結果を図3-1～図3-2に示した。

硫酸イオンの環境基準はないが、試みに、ミジンコが1～3時間以内に100%死亡すると言われていた硫酸濃度50 mg/l<sup>5)</sup>と比較した。調査した地下水、ため池、河川の合計21測点のうち、18地点が、この値(硫酸50 mg/l)を超えていた。

これに対し、硫酸の濃度が、50 mg/lより低い地点は、井戸のK8, K9, K10の3地点であった。

このことから、今回調査した地域の地下水、ため池、河川の硫酸濃度が高いことが推定された。

なお、硫酸濃度は、各地点の年間平均値を使用した。

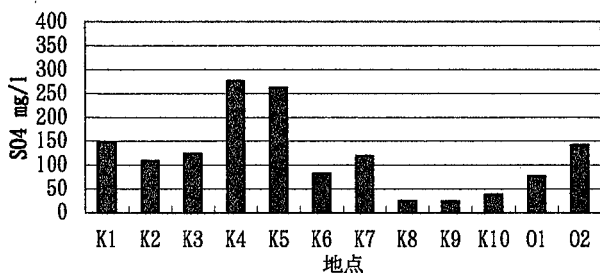


図3-1 地下水の硫酸濃度

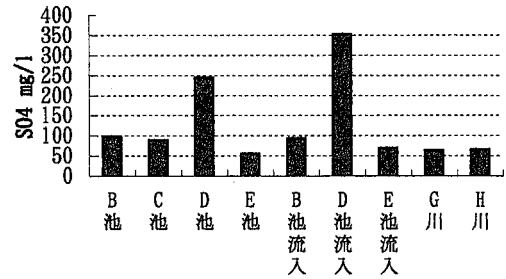


図3-2 ため池と河川の硫酸濃度

### 4 ニッケルおよびほう素

#### 1) ニッケル

ニッケルの調査結果を図4に示した。

要監視項目のニッケルの指針値は、示されていないが、試みに、旧指針値(環境基準改正前の指針値0.01 mg/l)と比較した。地下水のK1, K3, K4, K5, K7, O2の6地点が、旧指針値を超えていた。これらの地点は、いずれも硝酸性窒素が環境基準を超えており、またpHは5.1以下の地点であった。

#### 2) ほう素

調査結果をほう素の環境基準(1 mg/l)と比較した。

今回調査した21地点のほう素濃度は、環境基準以下であった。

なお、ニッケルとほう素の濃度は、各地点の年間平均値で比較した。

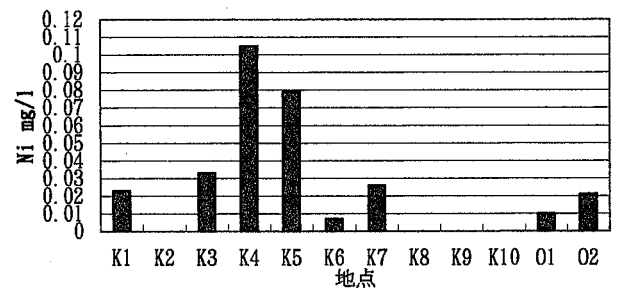


図4 地下水中のニッケル濃度

### 5 その他の項目

今回測定した21地点を、下記の5つのグループに分けて、各グループ毎の年間平均値を求めた。その結果を表2に示した。①硝酸性窒素の高い地下水(9地点)、②硝酸性窒素の低い地下水(3地点)、③ため池(4地点)、④ため池流入河川(3地点)、⑤一級河川(2地点)

#### 1) コバルト (Co)

コバルトは、①硝酸性窒素の高い地下水のうちK2, K4, K5の3地点で検出され、それぞれ0.040, 0.077, 0.039 mg/lであった。しかし、その他の18地点は、年間を通じて定量限界以下の値であった。

表2 調査地域の各項目の年間平均値

分類	① NO <sub>3</sub> -N の高い 地下水	② NO <sub>3</sub> -N の低い 地下水	③ ため池	④ ため池 流入 河川	⑤ 一級 河川
地点数	9	3	4	3	2
調査 地点	K1,K2, K3,K4, K5,K6, K7,O1, O2	K8,K9, K10	B,C,D, E	B,D,E	G,H
pH	5.1	6.0	6.0	5.0	7.1
EC	544	201	457	623	296
ORP	267	230	249	251	218
DO	6.1	6.0	14	9.0	9.3
NO <sub>3</sub> -N	25	4	19	28	8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.07	0.03	0.14	0.08	0.29
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.01	0.01	0.08	0.01	0.17
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	149	29	122	173	65
Cl <sup>-</sup>	19	11	12	16	8
Ni	0.04	<0.005	-	-	-
B	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02
Co	(0.05)	<0.01	-	-	-
Al	8.8	3.9	0.9	4.0	-
Na <sup>+</sup>	14	13	11	12	11
K <sup>+</sup>	16	4	10	14	4
Ca <sup>2+</sup>	50	18	56	80	29
Mg <sup>2+</sup>	18	5	19	25	8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15	20	33	48	33

注) -印は、定量限界以下の値を示し、( )は、検出された3地点のみの平均値を示す。また、単位は、pH: -log[H<sup>+</sup>], EC: μs/cm, ORP: mV, その他の項目は、mg/lである。

## 2) アルミニウム (Al)

アルミニウムの①硝酸性窒素の高い地下水(9地点)の年間平均値は、8.8 mg/lであり、なかでも、K4, K5が高く、それぞれ32.3と24.0 mg/lであった。これに対し、上記の②~⑤のグループの地点は、①の地点の半分以下の値であった。

## 6 井戸水の水質組成

地下水に含まれている陰イオンと陽イオンの当量値を、プロットして水質組成を比較した。この水質組成図(ヘキサダイアグラム)<sup>9)</sup>を図5に示した。

この図から、地下水基準を超えているK4, K5の地点の水質組成は、基準内のK8やK10の地点に比べ、陰イオンの硫酸イオンや硝酸イオンの含有量が高いとともに、陽イオン(K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>)も高い値であった。

## 7 地下水への人の関与

天然の地下水中には、硝酸イオンはアンモニウムイオンや窒素に、硫酸イオンは硫化水素に還元されるため、硫酸イオンや硝酸イオンは、少量しか存在しない。

しかし、硝酸イオンや硫酸イオンが地下水中に多量に

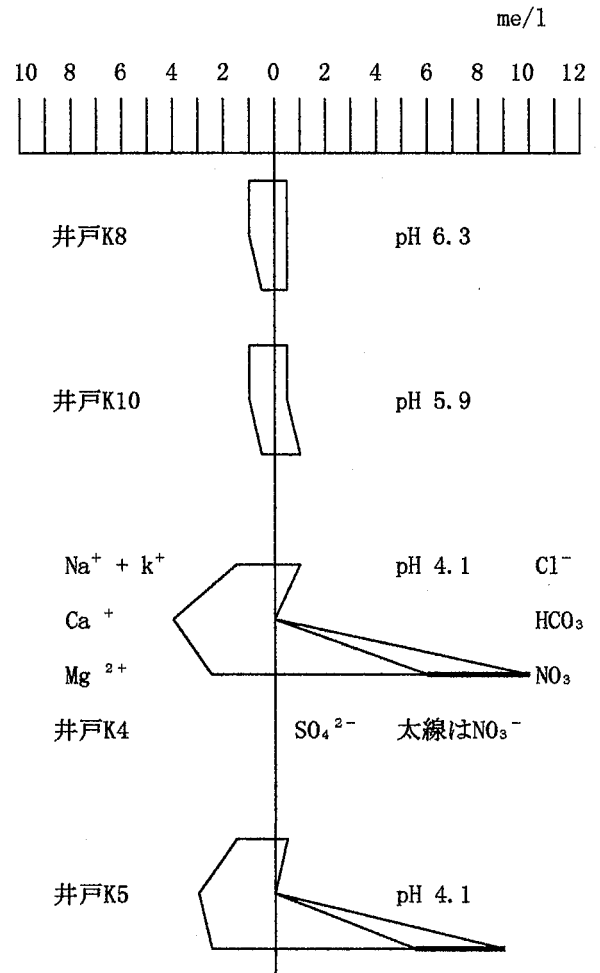


図5 地下水のヘキサダイアグラム(年間平均値)

存在することは、地表からの供給、すなわち人為的影響が推定される。地下水への人為的影響の強弱を、キーダイアグラムにて調べた<sup>7)</sup>。この図の上方に行くに従い人為的影響を強く受けていることを示す。その結果を図6に示した。この図では、地点K8を除き、11地点が図の上方にあることから、今回調査したほとんどの地下水(井戸水)は、人為的影響を強く受けていることが推定された。

## 8 濃度相関マトリックス

各成分の濃度相関マトリックスを作成し表3に示した。硝酸イオン(NO<sub>3</sub>)と高い相関を示した項目は、硫酸イオン(SO<sub>4</sub>)とマグネシウム(Mg)であり、相関係数はそれぞれ0.77と0.78であった。また、マグネシウムイオン(Mg)と高い相関を示した項目は、硝酸イオンと共に硫酸イオン(SO<sub>4</sub>)とカルシウムイオン(Ca)であり、それぞれ0.83と0.92であった。

NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Mg, Caの高い相関性および天然の地下水中には、NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Mgが、ごくわずかしが含まれていないことから<sup>9)</sup>、調査した地域の地下水は、主な窒素肥料

表3 地下水の主要成分の濃度相関マトリックス

(平成10年5月, 7月, 9月, 11月, 平成11年2月)

	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Na	K	Ca	Mg	EC
NO <sub>3</sub>	1							
SO <sub>4</sub>	0.772007	1						
Cl	0.322121	0.39158	1					
Na	-0.27286	-0.01609	0.493748	1				
K	-0.04443	-0.01984	-0.02062	0.079712	1			
Ca	0.604366	0.760425	0.570649	0.310733	0.023968	1		
Mg	0.782233	0.839237	0.553817	0.144273	-0.00112	0.92172	1	
EC	0.829172	0.881771	0.484115	0.018793	-0.05049	0.80389	0.901958	1

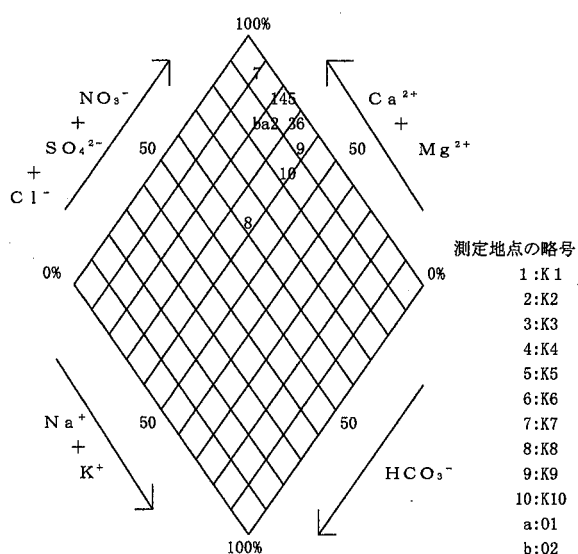


図6 地下水の化学成分のキーダイヤグラム (年間平均値)

である硫酸アンモニウム ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) および土壌を中和するために施肥される苦土石灰 (Mg+CaCO<sub>3</sub>) の影響を強く受けていると推定された<sup>8)</sup>。

### ま と め

- 1 今回調査した地点の大半の地下水は、酸性化しており、硝酸性窒素濃度は、地下水基準を越えていた。なかでも pH 4.2 以下の 2 地点の地下水から、硝酸に加え、硫酸、ニッケル(要監視項目)、マグネシウム、カルシウム、アルミニウムが高濃度で検出され、さらにコバルトも検出された。
- 2 ため池や小河川も地下水と同様に、酸性化と硝酸性窒素による汚染が認められた。これらのため池は、青変しており(濃い青色)、その原因物質といわれるアルミニウムが、高濃度で検出された。

3 地下水やため池から、天然水には微量しか含まれていない硫酸、硝酸、マグネシウムが高濃度で検出されたことから、これらの物質は、地表から供給されたものと推定された。

4 次年度(1999年)は、安定同位体などの分析を行い汚染源を特定するとともに、他の公的機関と協力して、地下水汚染の低減化の具体的方法を検討する。

### 謝 辞

最後に、本調査を指導していただいた和歌山大学 平田健正教授および環境庁国立環境研究所 中杉修身部長、西川雅高 主任研究員に深く感謝いたします。

### 文 献

- 1) 井伊博行他：松本市周辺の水質と土地利用について、水工学論文集, **42**, 372-378 (1998)
- 2) 小笹安人他：硝酸性窒素による地下水汚染機構解明調査(第一報), 熊本県保健環境科学研究所報, **25**, 35-40 (1995)
- 3) 松尾宏他：茶畑を集水域とする溜池の酸性化現象、用水と廃水, **34**, 18-23, (1992)
- 4) 中曾根英雄他：ため池の窒素・リン濃度と集水域の土地利用, 水環境学会誌, **21**(2), 83-87 (1998)
- 5) ウィルバー/長瀬隆子訳：水質汚染の生物学的研究, 221-223, 恒星社厚生閣, 東京, (1972)
- 6) 平田健正：土壌・地下水汚染と対策, 132-133, 日本環境測定分析協会, 東京, (1996)
- 7) 平田健正：土壌・地下水汚染と対策, 133-135, 日本環境測定分析協会, 東京, (1996)
- 8) 平田健正：土壌・地下水汚染と対策, 217-218, 日本環境測定分析協会, 東京, (1996)

## 他誌に発表した論文

### 微生物部

#### 1) エルシニア

杉山 寛治

食中毒予防必携 31~37, 平成10年4月発行

(株)日本食品衛生協会

*Yersinia enterocolitica* は、ヒトの腸管系病原菌や人獣共通伝染病菌として知られ、静岡県内の学校給食を原因とする大規模な集団感染事例以来、食中毒起因菌として認識されるようになった。

本菌の分類、性状、分布状況、検査法、食中毒発生状況、食中毒の予防法について概説した。

#### 2) Detection of Norwalk-like virus in the caecum contents of pigs

M. Sugieda, H. Nagaoka, Y. Kakishima, T.

Ohshita, S. Nakamura and S. Nakajima

Arch Virol 143, 1215-1221 (1998)

Norwalk-like virus genes were detected by RT-PCR in the caecum contents of pigs. Positive PCR products were produced from four out of 1117 samples by nested PCR using human SRSV primers. Nucleotide between 4561 and 4852 numbered according to the Norwalk virus genomic RNA in the RNA polymerase region were determined. Between the Norwalk virus sequence and the sequences detected in pigs, there was 58.2% to 59.9% sequence homology. The swine sequences were located on genogroup II of SRSVs, but formed a subgroup in the phylogenetic tree of caliciviruses.

#### 3) 急性胃腸炎患者集団発生例からの小型球形ウイルス (SRSV) 遺伝子の検出

柿島 安博, 杉枝 正明, 中島 節子

日獣会誌 52, 120~124 (1999)

1996年3月、静岡市において集団発生した急性胃腸炎患者の糞便から RT-PCR 法により小型球形ウイルス (SRSV) 遺伝子が検出され、有意の細菌あるいはロタウイルス、アデノウイルスなどは検出されなかった。PCR産物の制限酵素解析により、Norwalk virus (genogroup I) および Snow Mountain agent (SMA) (genogroup II) 様ウイルスの混合感染が示唆された。また、検出された SRSV 遺伝子の塩基配列解析により genogroup II に属する感染株は OTH/89/J 類似のウイルスと推察さ

れた。SRSV 遺伝子の RT-PCR による検出に最も適していたプライマーの組み合わせは、1st プライマーとして 35/36, Nested プライマーとして NV81/NV82, SM82 であった。

#### 4) 夏季に起きた B 型インフルエンザウイルスによる集団発生

佐原 啓二, 長岡 宏美, 三輪 好伸

杉枝 正明, 宮本 秀樹

感染症学雑誌, 73 (3), 253-254 (1999)

1998年5月~7月に、静岡県内の小中学校において、発熱、咳、頭痛を主訴とする集団かぜが発生した。ウイルス検索の結果、A 中学校の 8 人中 6 人、B 小学校の 9 人中 5 人のうがい液から B 型インフルエンザウイルスが分離された。血清診断では、検査した A 校の 5 人とも B 型株に対して陽性と判定された。分離株の既知抗血清に対する HI 反応パターンは、B/Victoria/2/87 類似株と同様であった。

#### 5) 静岡県における犬および猫の *Coxiella burnetii* 感染症の疫学

長岡 宏美, 杉枝 正明, 秋山 真人

仁科 徳啓, 赤羽 荘資, 山本 茂貴

日獣会誌 51, 323~325 (1998)

静岡県内の犬および猫 (捕獲および患者宅飼育) の血清について *Coxiella burnetii* Nine Milk II 相菌抗原に対する抗体を間接蛍光抗体 (IF) 法により調べたところ、捕獲犬 81 例中 8 例 (9.9%), 捕獲猫 105 例中 7 例 (6.7%), 患者宅飼育の犬および猫の 8 例全例が陽性であった。抗体陽性の犬および猫の血清と脾臓をサイクロフォスファミド処理マウス腹腔内に接種したところ、捕獲猫 7 例中 2 例、患者宅飼育犬および猫の全例の血清または脾臓から *C. burnetii* が分離された。

#### 6) Combined Use of Bacteriophage Typing and Pulsed-Field Gel Electrophoresis in the Epidemiological Analysis of Japanese Isolates of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7

Hidemasa Izumiya, Takashi Masuda,

Rafiq Ahmed, Rasik Khakhria, Aikihito

Wada, Jun Terajima, Ken-ichiro Itoh,

Wendy M. Johnson, Hirotaka Konuma,

Kunihiko Shinagawa, Kazumichi Tamura,



and Haruo Watanabe

Microbiol.Immunol., 42(7), 515-519, 1998

A total of 236 enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) O157 : H7 isolates in Japan were investigated by bacteriophage typing, and the results were compared with those pulsed-field gel electrophoresis (PFGE). Seven phage types (PTs) were observed in 71 isolates which were derived from 22 outbreaks. All of the isolates from ten outbreaks in the Kinki region (midwestern part of Japan) in July-August 1996 were grouped into the same PFGE type (IIa) and PT32, while among total isolates, there were such varieties as PFGE type IIa containing five phage types and PT32 containing two PFGE types. These results suggest that the ten outbreaks should be considered to be a single outbreak, and show that the combined use of bacteriophage typing and PFGE enhances reliability in epidemiological surveys.

7) Amount of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in meat detected by nested PCR

Norinaga Miwa, Tokuhiko Nishina, Shuichi Kubo, Mikio Atsumi, Hiroyasu Honda  
International Journal of Food Microbiology 42,195-200 (1998)

The incidence and quantity of enterotoxigenic *Clostridium perfringens* in beef, pork, and chicken meat were determined and compared with that of the total enterotoxigenic and nonenterotoxigenic *C.perfringens*. The method for the detection and quantification of enterotoxigenic *C.perfringens* consisted of a combination of the most probable number (MPN) method and a nested polymerase chain reaction after culturing of the sample. The results obtained by this method for inoculated meat samples were significantly correlated with those obtained by the plate count method. When the method was applied to the detection and quantification of enterotoxigenic *C.perfringens* found in randomly selected meat samples, the organism was found in 2% of the beef pieces ( $<10^2$  MPN/100g) and 12% of the chicken pieces ( $<10^2-4.3 \times 10^2$  MPN/100g) out of the 50 pieces of each meat tested. No enterotoxigenic *C.perfringens* was found in pork. Total *C.perfringens* was found in 16% of the beef ( $<10^2-4.3 \times 10^2$  MPN/100g), 10% of the pork ( $<10^2$  MPN/100g), and 84% of the chicken ( $<$

$10^2-9.3 \times 10^3$  MPN/100g) when 50 pieces of each meat was tested by the conventional MPN method. As shown in the above methods, the majority of cells were not enterotoxigenic cells in the population of *C.perfringens*. A small number of enterotoxigenic cells of *C.perfringens* co-existed with a large number of nonenterotoxigenic cells in the same meat sample.

環境科学部

1) ワサビのモルモット大腸における電解質分泌能に及ぼす影響

中山 洋

日本農芸化学会誌, 72 (4), 499-507 (1998)

Chloride secretion in the intestine is important in many kinds of diarrhoea. We investigated the effects of wasabi (*Wasabia japonica* MATSUM) on chloride secretion in the distal colon of guinea pigs by measuring short-circuit current in Ussing chamber system. Water extracts of wasabi stems were treated with ether to remove lipid-soluble substances, and the resulting wasabi extract was studied. Wasabi extract on the serosal side of the colon reduced basal short-circuit current. The extract reduced the increases in short-circuit current caused by serotonin added to the serosal side and by electrical field stimulation as well. In the presence of tetrodotoxin, wasabi extract reduced the increase in short-circuit current by bethanechol, but in the presence of both tetrodotoxin and indomethacin it did not affect this increase. In the presence of both tetrodotoxin and indomethacin, the effects of forskolin together with bethanechol were not affected by wasabi extract. These results indicate that wasabi extract can inhibit intestinal chloride secretion by inhibiting submucosal secretomotor nerves and prostaglandin synthesis. Wasabi extract may therefore have an antidiarrhoeal effect.

東部支所

1) 臭気センサーによる複合臭気の評価手法の検討 (I)

—臭気センサー指示値と臭気物質濃度との相関

房家正博, 雨谷敬史, 松下秀鶴

大気環境学会誌, 33, 297-306 (1998)

臭気センサーを用いる簡便な臭気測定法開発の一環として, 単一臭気に対するセンサー特性の検討と, 得られた特性の複合臭気評価への利用に関する検討を行った。その結果, 特定悪臭物質 19 種を含む 21 種の悪臭物質に

ついて、それらの物質濃度の対数値と臭気センサー指示値との間に直線的相関が成立することを認めた。

一方、複合臭気に関しては、その構成臭気物質濃度から臭気センサー指示値を予測する方法を考案し、その予測値は実測値と良好な一致を示すことを認めた。また、複合臭気を構成する臭気物質濃度比が判っている場合、臭気センサー指示値から構成臭気物質濃度を推定する方法も考案し、実測値と予測値が一致することを見出した。

## 2) 臭気センサーによる複合臭気の評価手法の検討(II)

### 一臭気センサー指示値と臭気指数との相関

房家正博, 雨谷敬史, 松下秀鶴  
相馬光之

大気環境学会誌, 34, 17-24 (1999)

し尿処理施設, クラフトパルプ工場など5つの施設の悪臭発生源から採取した試料およびタバコ臭, 生ゴミ臭など室内の代表的悪臭5種について, 臭気指数を求めるとともに, 臭気センサーを用いてセンサー指示値を求め, 両者の関係を調べた。

その結果, 悪臭現場から得られた試料や代表的室内臭気はすべて, 臭気センサー指示値と臭気指数との間に良好な相関関係を示すことを認めた。また, 臭気の種類によっては, 用いた臭気センサーの感度は悪臭防止法の最も厳しい規制基準値の臭気指数10を求めるには不十分であるものの, 個々の臭気質ごとに臭気センサー指示値と臭気指数との相関式を求めておくことによって, 臭気センサー指示値から簡便に臭気指数を予測することが可能と認めた。

## 3) 空気清浄機から発生するオゾンとその室内濃度を与える要因

房家正博, 雨谷敬史, 松下秀鶴  
相馬光之

環境化学, 8, 823-830 (1998)

空気清浄機を作動させた場合のオゾンの発生量と, 停止後の減衰についての検討を行った。市販の14種類の空気清浄機のうち, 電気集塵式やイオン式の機種の一部に

オゾンの発生がみられた。このうち発生量の大きい機種を用いて, 夏と冬による発生量の違いや, 脱臭フィルターによる除去効果, 印加電圧による発生量の違い, およびチャンバーと実際の室内でのオゾンの発生量や, 停止後の減衰の相違などについて調査した。この結果, 湿度の高い夏場や脱臭フィルターを装着した場合にオゾン発生量が低くなること, プラスの電圧で放電するよりもマイナスの電圧で放電する方がオゾン濃度が高くなることが認められた。さらに, オゾンは反応性に富んでいるため, チャンバーとくらべて実際の室内での濃度はかなり低くなること, 停止後の減衰もかなり早く進むことが認められた。また, 最大のオゾン発生量を示す機種では, 実際の室内でもオキシダント濃度の一般環境基準の60 ppbを超えることも認められた。

## 4) 空気清浄機による臭気物質の除去性能に関する研究

房家正博, 雨谷敬史, 松下秀鶴  
相馬光之

環境化学, 9, 39-52 (1999)

室内浄化対策等の一環として種々の空気清浄機が市販されており, 粒子状物質の除去とともに脱臭効果をうたった機種もみられている。そこで, 21種類の代表的臭気物質に対する市販14種類の空気清浄機による臭気物質の除去効果を, 内面をステンレス板ではりめぐらせたチャンバーを用いて調べた。その結果, 電気集塵式および濾過集塵式で, かつ適切な脱臭フィルターを装着した空気清浄機は一般に良好な除去効果がみられたが, 一部の電気集塵式の機種とイオン式の全ての機種ではほとんど除去効果を認めなかった。また, 臭気物質の除去効果は臭気の種類によっても異なり, 硫化メチルやアセトアルデヒドなどのように全機種を通じて除去効果の悪い物質も存在すること, 物理吸着では蒸気圧と臭気残存率との相関性が高いことなどを認めた。さらに, 脱臭フィルターに添着されている酸化剤などにより二次生成物が生じ, それによる臭気が問題となる機種もあること, 空気清浄機を高濃度の場所で使用してから清浄な場所に移すとフィルターから吸着していた臭気が離脱するなどの問題点も認められた。

## 学会・研究会の報告

### 微生物部

- 1) 慢性Q熱の診断・治療経験  
塩崎裕士, 小林健司, 三竹啓敏  
前田憲男, 原元彦, 寺田総一郎  
岡部多加志, 森下鉄夫, 長岡宏美  
日本内科学会総会 1998.4, 福岡
- 2) 静岡県のVTEC感染症の疫学  
宮本秀樹, 三輪匡男  
第3回腸管出血性大腸菌感染症シンポジウム  
1998.7, 東京
- 3) 食品等からのSRSV遺伝子の検出  
杉枝正明  
第19回衛生微生物技術協議会 1998.7, 千葉
- 4) 腸管出血性大腸菌O157産生毒素(ペロトキシン2)による細胞障害作用  
菅谷純子, 五十嵐隆, 宗像眞智子  
小宮山豊, 高橋伯夫, 山中龍宏  
竹田多恵, 宮本秀樹, 前田利男  
三輪匡男  
第44回東海公衆衛生学会 1998.7, 浜松
- 5) 静岡県の眼科患者におけるアデノウイルス検出状況  
三輪好伸, 杉枝正明, 佐原啓二  
長岡宏美, 宮本秀樹, 中村信也  
第44回東海公衆衛生学会 1998.7, 浜松
- 6) 1997/98シーズンの静岡県におけるインフルエンザ流行状況  
佐原啓二, 長岡宏美, 三輪好伸  
杉枝正明, 宮本秀樹, 中村信也  
第44回東海公衆衛生学会 1998.7, 浜松
- 7) 家畜盲腸内容物および糞便からのQ熱病原体遺伝子の検出  
長岡宏美, 佐原啓二, 杉枝正明  
山本茂貴  
第125回日本獣医学会 1998.8, 札幌
- 8) 静岡県内の下痢症患者における小型球形ウイルス(SRSV)遺伝子の検出状況  
佐原啓二, 杉枝正明, 三輪好伸  
長岡宏美, 宮本秀樹  
平成10年度日本獣医公衆衛生学会(中部)  
1998.8, 名古屋
- 9) 食中毒由来のSalmonella Enteritidisの解析  
川村朝子, 寺井克哉, 三輪憲永  
増田高志, 宮本秀樹, 中村信也  
泉谷秀昌, 寺嶋淳  
全国食品衛生監視員協議会関東ブロック研修大会 1998.8, 東京, 府中
- 10) 静岡県内の知的障害者更生施設における赤痢アメーバ感染の実態調査  
寺井克哉, 川村朝子, 三輪憲永  
増田高志, 堀渉, 宮本秀樹  
仁科徳啓, 中村信也  
第3回静岡県寄生虫症研究会 1998.9, 浜松
- 11) 静岡県における腸管出血性大腸菌O157のファージ型別  
増田高志, 川村朝子, 寺井克哉  
三輪憲永, 宮本秀樹, 中村信也  
第19回日本食品微生物学会 1998.10, 神戸
- 12) 食肉のサルモネラモニタリングにおける米国連邦食肉検査規則及び食品衛生検査指針による検出状況  
後藤公吉, 渡昭博, 瀬ノ口芳文  
春口真一, 増田高志, 塚本定三  
小沼博隆, 品川邦汎  
第19回日本食品微生物学会 1998.10, 神戸
- 13) CHROMagerO157TAMの保菌検査における多菌種分離培地としての有用性  
小澤一弘, 仁科徳啓, 浅川豊  
増田高志, 久保亮一, 小沼博隆  
第19回日本食品微生物学会 1998.10, 神戸
- 14) 食品からの凍結損傷腸管出血性大腸菌O157の検査法: 接種実験  
小高秀正, 後藤公吉, 増田高志  
小島禎, 池戸正成, 中川弘  
小沼博隆, 工藤由起子, 熊谷進

- 第 19 回日本食品微生物学会 1998.10, 神戸
- 15) SRSV の調査研究  
杉枝正明  
第 13 回地研関東甲信静支部ウイルス研究会  
1998.10, 熱海
- 16) 静岡県の眼科患者におけるアデノウイルス検出状況  
三輪好伸, 杉枝正明, 佐原啓二  
長岡宏美, 宮本秀樹, 中村信也  
石川靖彦  
第 13 回地研関東甲信静支部ウイルス研究会  
1998.10, 熱海
- 17) 静岡県内の下痢症患者における小型球形ウイルス  
(SRSV) 遺伝子の検出状況  
佐原啓二, 杉枝正明, 三輪好伸  
長岡宏美, 宮本秀樹  
第 13 回地研関東甲信静支部ウイルス研究会  
1998.10, 熱海
- 18) 家畜盲腸内容物および糞便からの Q 熱病原体遺伝子の  
検出  
長岡宏美, 佐原啓二, 三輪好伸  
杉枝正明, 宮本秀樹  
第 13 回地研関東甲信静支部ウイルス研究会  
1998.10, 熱海
- 19) NICU における手洗方法の検討  
— 短時間手洗でのオゾン水の消毒効果  
飯嶋重雄, 宮本秀樹  
第 43 回日本未熟児・新生児学会 1998.10, 東京
- 20) 食中毒由来の Salmonella Enteritidis の解析  
川村朝子, 寺井克哉, 三輪憲永  
増田高志, 宮本秀樹, 中村信也  
泉谷秀昌, 寺嶋 淳  
全国食品衛生監視員協議会研修会 1998.11,  
東京
- 21) 競合 PCR 法による A 型肝炎ウイルスの定量的検出  
八幡光徳, 内藤博敬, 森田 全  
杉枝正明, 宮本秀樹  
平成 10 年度日本薬学会東海支部例会 1998.  
12, 名古屋
- 22) 小型球形ウイルスの PCR 検出に用いるプライマー  
の組合わせ  
森 直稔, 内藤博敬, 森田 全  
杉枝正明, 宮本秀樹  
平成 10 年度日本薬学会東海支部例会 1998.  
12, 名古屋
- 23) 不定愁訴症候群患者からの Q 熱病原体遺伝子の検出  
長岡宏美, 杉枝正明, 宮本秀樹  
中村信也, 山本茂貴  
平成 10 年度日本獣医公衆衛生学会年次大会  
1999. 2, 札幌
- 24) レジオネラ症患者の検査と疫学的背景  
杉山寛治, 増田教子, 宮本秀樹  
中村信也  
第 11 回地研関東甲信静支部細菌部会総会  
1999. 2, つくば
- 25) 静岡県内の老人保健施設で発生したウェルシュ菌食  
中毒の細菌学的検討  
三輪憲永, 川村朝子, 寺井克哉  
増田高志, 宮本秀樹, 中村信也  
大谷和弘  
第 11 回地研関東甲信静支部細菌部会総会  
1999. 2, つくば
- 26) 平成 10 年に静岡県内で分離された腸炎ビブリオの  
遺伝子解析  
古田敏彦, 風間広弥, 牧野良則  
岩渕文江, 小粥敏弘, 小泉偉左夫  
飯尾友幸, 清水義充, 窪田 勉  
第 35 回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 27) レジオネラ症患者の検査と疫学調査  
杉山寛治, 増田教子, 宮本秀樹  
中村信也  
第 35 回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 28) 静岡県内の溶血連鎖球菌分離株の動向調査  
増田教子, 杉山寛治, 宮本秀樹  
中村信也  
第 35 回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 29) エコーウイルス 30 型による無菌性髄膜炎の流行  
杉枝正明, 長岡宏美, 佐原啓二

- 三輪好伸, 宮本秀樹  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 30) 夏季に起きたB型インフルエンザの集団発生  
佐原啓二, 杉枝正明, 長岡宏美  
三輪好伸, 宮本秀樹  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 31) 食中毒事例における患者・調理従事者糞便中の  
SRSV 遺伝子の消長  
佐原啓二, 杉枝正明, 長岡宏美  
三輪好伸, 宮本秀樹, 新美 洋  
樽林富雄, 石神勝幸, 漆畑 健  
中澤美歌乃, 藤井正司, 池端昭男  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 32) ブタおよびニワトリにおけるインフルエンザウイル  
スの流行状況に関する調査研究(第1報)  
細矢佳行, 松橋平太, 秋山真人  
杉本常雄, 佐原啓二  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 33) 牛乳等におけるQ熱リスクアクセスメントに関する  
検討  
長岡宏美, 杉枝正明, 佐原啓二  
三輪好伸, 宮本秀樹, 中村信也  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 34) 食肉サルモネラ・モニタリング検査における検査法  
の日米比較  
Robert Santos Umari, 増田高志  
三輪憲永, 寺井克哉, 川村朝子  
宮本秀樹, 中村信也  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 35) 老人保護施設で発生したウェルツシュ菌食中毒の細  
菌学的検討  
三輪憲永, 川村朝子, 寺井克哉  
増田高志, 宮本秀樹, 中村信也  
大谷和弘, 堀井千恵子, 森主博貴  
田中洋子, 加藤 豊, 大畑克彦  
石神勝幸, 丸尾聡志, 多田武弘  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 36) 静岡県内の知的障害者更生施設における赤痢アメー  
バ感染の実態調査  
寺井克哉, 川村朝子, 三輪憲永  
増田高志, 宮本秀樹, 中村信也  
堀 渉, 碓井真介  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 37) 県内で発生したカンピロバクター感染症の疫学的解  
析  
川村朝子, 寺井克哉, 三輪憲永  
増田高志, 宮本秀樹, 中村信也  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999. 3, 静岡
- 38) Detection of Norwalk-like virus genes in the  
caecum contents of pigs  
M.SUGIEDA, K.SAHARA, H.NAGAOKA  
Y.KAWAMOTO, N.NAKAMURA, S.NAKAJIMA  
1st International Workshop for Human  
Calicivirus 1999. 3, Atlanta, U S A
- 39) ヒトカリシウイルスおよびA型肝炎ウイルスの  
PCR法による高感度検出と定量  
内藤博敬, 森 直稔, 八幡光徳  
森田 全, 杉枝正明, 宮本秀樹  
日本薬学会第119年会 1999. 3, 徳島
- 40) 卵のサルモネラ検査法  
増田高志  
第10回日本食品微生物学会セミナー 1999.  
3, 大阪
- 医薬品生活部
- 1) 静岡県のGMP査察と地方衛生研究所の関わりにつ  
いて  
佐野智子  
平成10年度地方衛生研究所試験担当者講習会  
1998. 6, 東京
- 2) 薬事監視員向けの試験検査部門調査用テキストの作  
成  
小和田和宏, 堀池あずさ, 馬 洩 博  
佐野智子, 坂根弓子, 高橋 真  
上村慎子, 永野隆夫, 中村信也  
第44回東海公衆衛生学会 1998. 7, 浜松
- 3) GMP調査における品質管理部門のデータのみかた  
小和田和宏, 堀池あずさ, 佐野智子  
永野隆夫, 中村信也, 内田 恵

- 佐藤四郎, 渡辺武明  
第31回東海薬剤師学術大会 1998.10, 浜松
- 4) GMP調査における品質管理部門の試験法とデータの見方  
小和田和宏, 堀池あずさ, 高橋 真  
馬 淵 博, 上村慎子, 坂根弓子  
佐野智子, 永野隆夫, 中村信也  
渡辺武明, 佐藤四郎, 内田 恵  
第35回全国衛生化学技術協議会年会 1998.  
10, 高知
- 5) 医薬品製造所における試験方法のバリデーションの実際について  
堀池あずさ, 小和田和宏, 佐野智子  
上村慎子, 高橋 真, 馬 淵 博  
坂根弓子, 永野隆夫, 森川 馨  
第35回全国衛生化学技術協議会年会 1998.  
10, 高知
- 6) クロマトグラムからわかる HPLC 定量時の注意点  
佐野智子, 小和田和宏, 馬 淵 博  
堀池あずさ, 上村慎子, 高橋 真  
坂根弓子, 永野隆夫  
第35回全国薬事指導協議会 1998.10, 広島
- 7) 静岡県における GMP 指導について  
—GMP 指導における環境衛生科学研究所の役割—  
小和田和宏  
平成10年度国立公衆衛生院特別課程薬事衛生  
管理コース講義 1999.1, 富士宮
- 8) 静岡県の GMP 指導への環境衛生科学研究所の係わり  
小和田和宏  
平成10年度第2回医薬品等製造業者品質管理  
講習会 1999.2, 静岡
- 9) 試薬の適正管理—研究所としての取組みについて—  
佐野智子, 坂根弓子, 小和田和宏  
高橋 真, 馬 淵 博, 堀池あずさ  
上村慎子, 永野隆夫  
平成10年度地方衛生研究所全国協議会関東甲  
信静支部理化学研究会部会 1999.2, 高崎
- 10) 医薬品等の試験検査結果の信頼性を確保するために  
(第四報)—新人検査担当者の教育訓練—  
馬 淵 博, 堀池あずさ, 小和田和宏  
佐野智子, 上村慎子, 高橋 真  
坂根弓子, 永野隆夫  
平成10年度地方衛生研究所全国協議会関東甲  
信静支部理化学研究会部会 1999.2, 高崎
- 11) 緑茶中の残留農薬一斉分析法の検討  
上村慎子, 高橋 真, 坂根弓子  
佐野智子, 堀池あずさ, 馬 淵 博  
小和田和宏, 永野隆夫, 内野美乃里  
越智壽美子  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999.3, 静岡
- 12) 医薬品等の試験検査に係る有害試薬の使用状況調査  
小和田和宏, 堀池あずさ, 馬 淵 博  
上村慎子, 高橋 真, 坂根弓子  
佐野智子, 永野隆夫  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999.3, 静岡
- 13) 医薬品等の試験検査結果の信頼性を確保するために  
(第四報)—新人試験検査担当者の教育訓練—  
馬 淵 博, 堀池あずさ, 小和田和宏  
佐野智子, 上村慎子, 高橋 真  
坂根弓子, 永野隆夫  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999.3, 静岡
- 14) 医薬品等の試験検査結果からわかる試験法の問題点  
小和田和宏, 堀池あずさ, 馬 淵 博  
上村慎子, 高橋 真, 坂根弓子  
佐野智子, 永野隆夫  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999.3, 静岡
- 15) 医薬品製造所における試験方法のバリデーションの  
実際について—県内製造所を対象としたアンケート  
調査結果より—  
堀池あずさ, 小和田和宏, 馬 淵 博  
佐野智子, 上村慎子, 高橋 真  
坂根弓子, 永野隆夫  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999.3, 静岡
- 16) 茶の残留農薬と栄養成分の調査  
中村和光  
第28回関東甲信越静商品テスト機関ブロック  
連絡会 1999.2, 長野

## 環境科学部

- 1) 除草剤テルブカルブの排出状況  
深澤 均, 梅原 鎬一, 本間 信行  
横山 玲子, 安富 俊雄  
第44回東海公衆衛生学会 1998.7, 浜松
- 2) ダイオキシンについて  
前嶋 孝明  
駿河ライオンズクラブ研修会 1998.5, 沼津
- 3) ダイオキシンとは  
前嶋 孝明  
駿河青年会議所研修会 1998.5, 蒲原
- 4) 環境ホルモンとダイオキシン  
前嶋 孝明  
蒲原町公害防止管理者研修会 1999.3, 蒲原
- 5) 環境衛生科学研究所におけるISO14001の取組  
池谷 静雄  
自然と共生を考えるフォーラム 1998.10, 静岡
- 6) 環境衛生科学研究所におけるISO14001の取組  
池谷 静雄  
保健所細菌検査担当者技術研修会 1998.11,  
静岡

## 大気・水質部

- 1) 河川上流域の基礎水質調査  
五十嵐 保正  
東海地区公害試験研究機関会議 水質分科会  
1998.6, 静岡
- 2) 静岡県におけるトリハロメタン生成能調査  
石渡 達也  
全国公害研協議会関東甲信静支部 水質専門部  
会 1998.8, 横浜
- 3) 静岡県内の有害大気汚染物質調査—揮発性有機化合物 (VOC) について—  
田端 孝光  
全国公害研協議会関東甲信静支部 大気専門部  
会 1998.7, 甲府

- 4) 静岡県下における酸性雨の状況  
深谷 謙一  
東海公衆衛生学会 1998.7, 浜松
- 5) 嗅覚測定法と物質濃度測定法との比較  
永田 嘉七  
東海地区公害試験研究機関会議 大気分科会  
1998.7, 四日市
- 6) 騒音に係る環境基準について  
萱沼 広行  
リオン環境技術セミナー 1998.11, 静岡
- 7) 富士山水ヶ塚公園 (二合目) における大気環境調査  
について  
篠原 英二郎  
第25回環境保全・公害防止研究発表会 1998.  
11, 岡山
- 8) 嗅覚測定法による臭気の評価  
永田 嘉七  
静岡県公衆衛生研究会 1999.3, 静岡

## 東部支所

- 1) 空気清浄機によるアルデヒド類の脱臭試験結果につ  
いて  
房家 正博, 雨谷 敬史, 松下 秀鶴  
第7回環境化学討論会 1998.6.5, 京都
- 2) 空気清浄機から発生するオゾンについて  
房家 正博, 雨谷 敬史, 松下 秀鶴  
第39回大気環境学会年会 1998.9.26, 札幌

## 西部支所

- 1) 井戸水の調査結果について (中間報告)  
中島 二夫, 河合 渉, 小池 明  
山本 光宣, 梅原 鎬一, 中村 信也  
第35回静岡県公衆衛生研究会 1999.3, 静岡

## 表彰等

### 微生物部

- (1) 財団法人 黒住医学研究振興財団 小島三郎記念  
技術賞（第33回）受賞  
「生ガキなどからの小型球形ウイルス遺伝子検出  
法の確立」  
1998年5月22日  
杉枝正明

- (2) 地方衛生研究所全国協議会関東甲信静支部長表彰  
平成10年6月22日  
杉山寛治

- (3) 平成9年度日本獣医公衆衛生学会（中部）学会長  
賞  
「Q熱の家族内感染例と感染経路の検討」  
平成10年8月29日  
長岡宏美

- (4) 静岡県知事表彰（第1回県職員）  
「SRSVの研究」  
平成10年9月25日  
杉枝正明

- (5) 財団法人 大同生命厚生事業団 地域保健福祉健  
康助成受贈

- 「動物およびヒトのインフルエンザウイルスに関  
する疫学的研究」  
平成10年11月6日  
佐原啓二, 杉枝正明, 三輪好伸  
長岡宏美, 宮本秀樹, 細矢佳行

### 環境科学部

- (1) 全国環境行政協議会表彰  
環境行政貢献表彰  
平成10年11月5日  
前嶋孝明
- (2) 静岡県知事表彰  
ISO14001 認証取得にかかる表彰  
平成11年3月16日  
静岡県環境衛生科学研究所

### 大気・水質部

- (1) 全国環境行政協議会表彰  
環境行政貢献表彰  
平成10年11月5日  
志村 修

## 学位取得

### 東部支所

- (1) 博士（環境科学） 静岡県立大学  
「悪臭の簡易測定・評価手法の開発ならびに室内  
臭気の除去手法に関する研究」  
平成11年3月  
房家正博



編集委員

佐原 啓 二  
志村 修  
竹下 昭 二  
中島 二 夫  
中村 和 光  
平野 克 典  
横山 玲 子

静岡県環境衛生科学研究所報告

(第41号)

平成11年 8 月 6 日発行

---

編集発行 静岡県環境衛生科学研究所  
静岡市北安東 4 丁目 27-2  
電話 (054)245-0201 (代)

E-mailアドレス  
eikanctr@shizuokanet.ne.jp  
インターネットホームページ  
<http://www2.shizuokanet.ne.jp/eikanctr>

印刷所 黒船印刷(株)  
静岡市登呂 2 丁目 4 番 25 号  
電話 (054)286-0236 (代)