

ISSN 0914-0301

長崎県衛生公害研究所報

ANNUAL REPORT OF NAGASAKI PREFECTURAL INSTITUTE
OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

— 2 0 0 0 —

(平成12年度業績集)

第 4 6 号

長崎県衛生公害研究所

NAGASAKI-KEN EISEI KOUGAI KENKYUSHO

ま え が き

環境の世紀といわれる21世紀がスタートし、早くも年末を迎えています。

衛生公害研究所は、これまで日本脳炎等の伝染病対策に始まり、カネミ油症、O-157等の食品事故対策、対馬カドミウム汚染等の公害対策、自動車排気ガス等による大気汚染、生活排水による都市河川の水質汚濁、大村湾に代表される閉鎖性海域の環境対策等に取り組んで参りました。このように、衛生公害研究所は、県民の皆様の健康や安全の確保に直結した調査、研究に取り組み、皆様が安心して暮らせる生活環境を確保するための中核的研究機関として、その役割を果たしてきました。

しかし今日、従前の課題に加え狂牛病、炭疽菌問題などの危機管理への対応、エイズ等外来の感染症、更にはダイオキシン、環境ホルモン等の微量化学物質問題等新たな課題への取り組みが迫られています。これらに対しても、技術力と研究体制の強化を図り、的確に対応して参りたいと考えております。また、環境の世紀にあたり、長崎県に、ゴミゼロを目指す循環型社会を構築するため、衛生公害研究所としても環境低負荷技術への取り組みが必要と考えています。

このような中、本年3月に新衛生公害研究所基本構想が策定されました。今年は構想の初年度となり、その実現に向けて検討に入っているところです。

また、長崎県長期総合計画の重点プロジェクトとして位置づけられた「環境と共生する潤いある長崎県づくり」の一つとして大村湾の水質浄化とあわせて地域産業の振興をテーマに、①藻場、築磯など自然浄化能力を活用した生態工学的手法による恒久浄化対策、②養殖牡蠣による内湾環境修復研究に取り組む他、「循環型社会構築対応研究」として、廃棄物溶融スラグ(焼却灰)の有効利用など産・学・官による共同研究を新たにスタートしました。更に今後、地域結集型研究やバイオマス等新たな研究課題に取り組むたいと考えています。

今年も暗いニュースが続いた1年でありました。こんな中、県民の皆様が安全で安心して生活できる社会を望む声はますます高まるものと思われます。当研究所は、県民の皆様の期待に応えるため、従前に増して県民の皆様や行政との交流を促進し、社会の要求に対応したタイムリーな調査研究に取り組んで参ります。

皆様方のますますのご理解とご支援をお願いします。

平成13年12月

衛生公害研究所 所長 堤 俊明

目次

I 報文

1. 焼酎蒸留廃液の堆肥化に関する研究(第1報) ----- 1
2. 長崎県における地下水水質調査の経緯と今後の課題 ----- 6
3. ボツリヌス中毒が疑われたギランバレー症候群の1例 ----- 15

II 資料

1. 長崎県における大気汚染常時測定局の測定結果(2000年度) ----- 21
2. 長崎県における有害大気汚染物質モニタリング(2000年度) ----- 30
3. 長崎県における酸性雨調査(2000年度) ----- 32
4. 長崎県における河川の酸性化 ----- 37
5. 長崎県下の廃棄物焼却施設におけるダイオキシン類調査(2000年度) ----- 44
6. 長崎県における放射能調査(2000年度) ----- 46
7. 大村湾の水質調査結果(2000年度) ----- 50
8. 諫早湾干拓調整池等水質調査結果(2000年度) ----- 53
9. 諫早湾干拓調整池の植物プランクトン及び底生生物調査結果(2000年度) ----- 58
10. 環境ホルモン実態調査結果(2000年度) ----- 63
11. イボニシに関する環境ホルモンの影響調査(予備調査) ----- 66
12. 環境水の異なる保存温度での細菌数の経時変化について ----- 68
13. 長崎県内における医薬品の収去検査(2000年度) ----- 72
14. 農産物中の残留農薬について(1990～2000年度) ----- 74
15. クワズイモによる食中毒 ----- 83
16. 魚介類中の有機スズ化合物およびビスフェノール A について ----- 86
17. ダイオキシン類分析法の検討(環境水、底質、土壌)及びその調査結果 ----- 91
18. 感染症発生动向調査におけるウイルス分離(2000年度) ----- 104
19. 長崎県における日本脳炎の疫学調査(2000年度) ----- 107
20. 長崎県におけるインフルエンザの疫学調査(2000年度) ----- 110
21. 平成12年度全国内部精度管理調査(微生物部門)における長崎県地研データの評価 ----- 115
22. 平成12年度水道クリプトスポリジウム及びジアルジア汚染調査の概要 ----- 118

III 資料、データ

1. 大村湾及び大村湾流入河川水質調査結果 ----- 123
2. トリハロメタン生成能調査結果 ----- 126
3. ゴルフ場使用農薬水質検査結果 ----- 127
4. 産業廃棄物最終処分場調査結果(2000年度) ----- 128
5. 工場・事業場排水調査結果(2000年度) ----- 130
6. 血液中PCB,PCQ検査結果(2000年度) ----- 131
7. 食品中残留農薬調査結果(2000年度) ----- 132
8. 鉱泉分析結果(2000年度) ----- 133
9. 水道水監視項目調査結果(2000年度) ----- 135
10. 食品、陶磁器などの収去検査結果(2000年度) ----- 136
11. 畜水産物中の抗菌剤検査結果(2000年度) ----- 136
12. 大気環境及び煙道排ガス中ダイオキシン類調査結果(2000年度) ----- 137

IV 他誌掲載論文抄録

1. 銀系抗菌加工陶磁器製品のATP法による迅速抗菌力試験 ----- 151
2. TEMPORAL TRENDS OF NON-SEA SALT SULFATE AND NITRATE IN
PRECIPITATION IN JAPAN : 1988-1998 ----- 151
3. SATELLITE ANALYSIS OF VOLCANIC CLOUDS AND TRASPORT OF
ACIDIC SUBSTANCES FROM MT.ASO AND MT.SAKURAJIMA ----- 152

CONTENTS

I RESEACHES AND STUDIES

1. Experiment on making compost from shouchu-distillery waste	1
2. History of groundwater quality investigation in Nagasaki Prefecture and future problem.	6
3. A case of the Guillan-Barre syndrome (GBS) following <i>Campylobacter jejuni</i> enteritis that it doubted <i>Clostridium botulinum</i> poisoning.	15

II THECNICAL REPORT

1. Measurement of Air Pollution by Monitoring Stations (2000)	21
2. The Monitoring of Hazardous Air Pollutants in Nagasaki Prefecture (2000)	30
3. Acidity and Ion Concentration in Rain Water (2000)	32
4. Acidification of River in Nagasaki Prefecture	37
5. The Survey of Dioxins in Exhaust Gas on Waste Incinerators in Nagasaki Prefecture	44
6. Radioactivity Survey Data in Nagasaki Prefecture	46
7. Water Quality of Omura-Bay (2000)	50
8. Water Qaulity of Detention Pond Originated from Isahaya-bay Land Reclamation (2000)	53
9. Phytoplankton and Benthos of The Detention Pond Originated from Isahaya-bay Land Reclamation (2000)	58
10. Survey of Environmental Endocrine Disruptors (2000)	63
11. Effect of Environmental Endocrine Disruptors in <i>Thais clavigera</i> in Nagasaki Prefecture	66
12. The Change of Bacterial Number at Different Storage Temperature	68
13. Survey Report on Random Examination of Drug in Nagasaki Prefecture	72
14. Pesticide Residues in Agricultural Products (1990 ~ 2000)	74
15. The Food Poisoning by <i>Alocasia Odora</i>	83
16. Organotin Compounds, BisphenolA in Fish and Shell (1998 ~ 2000)	86
17. Study of Analytical Method for Dioxins (Public Water, Sediment, Soil) and the Survey Data	91
18. Virus Isolation on Surveillance of Infection Disease (2000)	104
19. Epidemic of Japanese Encephalitis in Nagasaki Prefecture (2000)	107
20. Epidemic of Influenza in Nagasaki Prefecture (2000)	110
21. Estimation of Nagasaki Prefectural Institute Data in Nationwide Internal Quality Control Investigation, 2000 (The microorganism division)	115
22. Investigation of River Water by <i>Cryptosporidium parvum</i> Oocysts and <i>Giardia lamblia</i> cysts in Nagasaki Prefecture, 2000	118

III TECHNICAL REPORT (DATA)

1. Water Quality of Omura-Bay and Rivers inflowed in to Bay	123
2. Trihalomethane Formation Potential of River Water (2000)	126
3. Analysis of Pesticides Used at Golf Links	127
4. Survey Data of the Leachate from Final Disposal Site for Industrial Wastes in Nagasaki Prefecture	128
5. Effluent Qaulities of Factories and Establishments (2000)	130
6. PCB and PCQ Concentration in Human blood on Yusho Examinations (2000)	131
7. Pesticide Residues in Foods (1990 ~ 2000)	132
8. Water Qualities of Hot Springs in Nagasaki Prefecture (2000)	133
9. Tap Water Quality In Nagasaki Prefecture (2000)	135
10. Survey Data on Random Examination of Foods and Ceramics	136
11. Survey Data of Synthetic Antibacterials in Livestock and Marine Products (2000)	136
12. The Survey Data of Dioxins in Ambient Air and Exhaust Gas (2000)	137

IV ABSTRACTS IN OTHER PUBLICATIONS

I 報 文

焼酎蒸留廃液の堆肥化に関する研究(第1報)

竹野 大志・田中 秀二・久保 克己^{*1}・山口 智士^{*2}・福田 詮^{*3}

Experiment on making compost from shouchu-distillery waste

Taiji TAKENO, Shuji TANAKA, Katsumi KUBO, Satoshi YAMAGUCHI, Akira FUKUDA

Shouchu-distillery waste contains more than 90% moisture and shows acidity. At present, shouchu-distillery wastes are treated by dumping into ocean, but this treatment method will be prohibited in the near future.

We studied treatment process for shouchu-distillery waste, which used fermentation heat by microorganism. In this study, rice husks were used as moisture adjusting material, and the temperature in the organic matter rose to 70°C.

The compost which was made by this process contained 1.76% of total nitrogen, and 0.53% of total phosphorus and maximum rate of evaporation was 14.6 l/m².

key words : Shouchu-Distillery Wastes, Compost, Odor

キーワード : 焼酎蒸留廃液, コンポスト, 臭気

はじめに

焼酎蒸留廃液とは(以下焼酎粕),乙類焼酎の蒸留過程で発生する余剰廃液で,その成分は,原料の種類や蒸留方法によって異なるが,水分90%以上の酸性度が強い混濁液である。現在,長崎県の焼酎粕の発生量は,約2,800t/年で約半年の醸造期に集中して発生し,その大半は,海洋投棄又は農地還元によって処分されている。しかし,海洋投棄処分は,1990年に締結されたロンドン条約会議において,産業廃棄物海洋投棄禁止法が採択されたことによって,将来的に全面禁止となる方向で,早急にその処理の陸上転換が望まれているところである。そこで,衛生公害研究所では,これまで畜ふんや有機性汚泥の堆肥化について研究してきた経験を生かして,長崎大学,焼酎製造業者,県公設試験場等と共同研究体制を構築し,焼酎粕の堆肥化について研究したので報告する。

1 実験概略

F 焼酎製造工場から醸造期間に連日排出される焼酎粕を原材料として,以下の項目を設定して実験を行った。

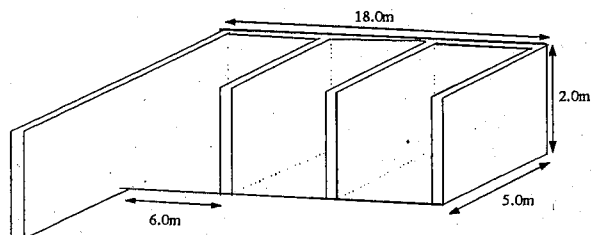


図1 堆肥舎の概略図

(1) 堆肥舎の構造

実験に使用した堆肥舎は,図1に示しているとおりで,横6m^W×縦5m^L×高さ2m^Hのコンクリート堆積槽を三連にしたものを利用した。

(2) 副資材

焼酎粕を微生物発酵するための副資材として籾殻を利用し,各区画には籾殻と籾殻堆肥を8:2で混合したものを約54m³×3堆積した。

(3) 焼酎粕

蒸留釜から排出された焼酎粕は,速やかにタンク車に移し堆肥舎まで運搬後,自然流下によって堆肥舎に散布した。F 焼酎製造工場では,毎日約2.4m³の焼酎粕が発生するが,今回はその半量の1.2m³の処理に取り組んだ。

2 焼酎粕の散布方法

焼酎粕散布期間(平成11年2月6日~4月18日)は,焼酎粕の散布量と試験区の構成を以下の3期間に分けて行った。

予備散布期間:2月6日~2月20日(14日間)

第1実験期間:2月21日~4月3日(42日間)

第2実験期間:4月4日~4月18日(14日間)

(1) 予備散布期間

本格的な焼酎粕の堆肥化実験を開始する前に,特別な試験区を構成せず,単純に籾殻の山に焼酎粕を散布した場合の発酵状況を確認することにした。

堆肥舎の各区画には,籾殻と籾殻堆肥を8:2の割合で混合したものを,約1.8mの高さに(54m³)堆積し,約1.2m³の焼酎粕を1.5日間隔で,堆積物の上面に均一に散布した。

*1 長崎県工業技術センター *2(株)長崎バイオパーク *3(株)福田酒造

この時、焼酎粕の浮遊成分が堆積物の上面に蓄積されるので、スコップでそれを分散させた。この作業を14日間続けて発酵処理を行った。

(2) 第1実験期間

散布開始から2週間の予備散布期間において高温微生物発酵が確認できたので、各区画をショベルローダーで全面切り返しを行い、図2に示す試験区A・B・Cを構成した。試験区Aと試験区Cは、効率的な水分の蒸散と堆積物内部への空気の供給を図るために、通気管を12本設置した。通気管は、直径7cm、長さ2.1mの編み目状のプラスチックパイプで、籾殻の山に垂直に立てた。また、試験区Aと試験区Bには、堆積物内部に、横1m^W×縦2m^L×高さ0.5m^Hの半円ドラムに無数の穴を空けたものを埋め、そこにできた空間に焼酎粕を流入できるように塩化ビニールパイプを接続した。この工夫は、籾殻の上に溜まる浮遊成分の混合作業を省くためである。第1実験期間の焼酎粕の散布方法は、1日に排出される量を3等分(約400ℓ)して、試験区AとBには、3つの半円ドラムの空隙に均等に流入した。試験区Cは、堆積物上面に均一に焼酎粕を散布して、溜まった浮遊成分をスコップで籾殻と混合しなじめさせた。この作業を42日間繰り返して、途中2週間毎にショベルローダーにて切り返しを行った。

(3) 第2実験期間

第1実験期間を約6週間行った後の2週間は、通気管の効果を調べるために、図3に示した構成に変更して実験した。なお、焼酎粕は、第1実験期間と同様に、1日に排出される焼酎粕を3等分(約400ℓ)して各試験区の上面に散布した。

3 試験方法

焼酎粕の堆肥化期間中は、表1に示す項目について現場及び試験室(衛生公害研究所・工業技術センター)でモニタリング調査を行った。

表1 モニタリング項目及び方法

分析項目	備考
温度	棒状温度計及び自動測定機
pH	ガラス電極法
水分	乾燥重量法
全炭素(T-C)	全炭素測定装置
全窒素(T-N)	燃焼-赤外線分光法
アンモニア	検知管法
肥料成分含有試験	肥料分析法に準拠
発芽試験	コマツナによる幼植物試験法に準拠

4 試験結果

(1) 材料

実験に用いた各材料の分析結果を表2に示す。なお種菌として利用したのは、前年度試験的に作成した焼酎粕と籾殻を発酵して製造した堆肥である。

表2 材料の分析結果 (%)

	pH	水分	灰分	K	Na	Ca	Mg	P	T-N
もみがら堆肥	5.35	42.9	32.2	0.44	0.028	0.029	0.160	0.44	1.79
生もみがら	7.31	10.8	19.7	0.15	0.024	0.010	0.018	0.05	0.36
焼酎粕	4.06	91.2	0.4	0.05	0.012	0.010	0.013	0.07	0.55

(2) 温度

発酵微生物の活動によって生じる内部温度変化を、棒状温度計でモニタリングした結果を図4に示した。焼酎粕の散布を開始して1週間後には、発酵温度は60℃前後まで上昇し、その後の堆積物内部温度は概ね50~70℃の範囲で推移した。試験区毎の平均堆積内部温度は、試験区A=65.8℃、試験区B=64.3℃、試験区C=68.2℃で期間中の平均発酵温度が高かった順はC>A>Bであった。図中の第1実験期間中の急激な温度低下の原因は、焼酎粕の過剰散布によって水分過多になり、発酵菌の活性が一時的に低下したことが考えられる。特に試験区Bでは、半円ドラムのみを設置のために水分の偏りが大きくなり、他の試験区より発酵温度が低くなったと考える。しかし、第2実験期間の発酵温度は、いずれの試験区においても70℃前後で安定していた。

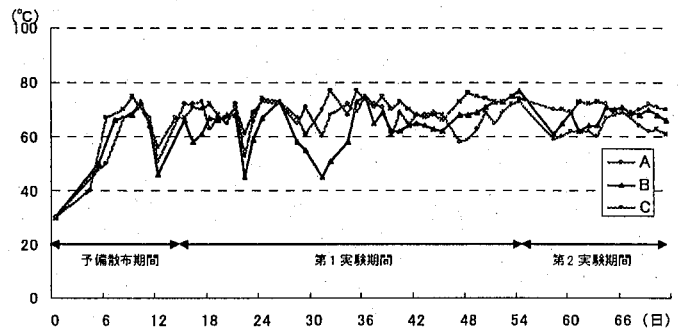


図4 発酵期間中の堆積物内部の温度変化

(3) pH,水分,T-N,T-C

発酵期間中のpH・水分・全窒素・全炭素については、約2週間毎の切り返し時に、堆積物中心部の3箇所ですamplingを行い分析した。表3にその分析結果の平均値を示す。焼酎粕のpHは4.0程度の弱酸性であるが、堆肥化期間中の各試験区は7.6~8.7の弱アルカリ性で推移した。これは、焼酎粕に含まれるクエン酸等の酸性物質が堆肥化の過程で分解されたことと、アンモニアの生成によるものと考えられる。

Samplingした中心部の水分は、46~58%の範囲で推移していたが、堆積物にはかなりの水分のムラがあり、底面の方では水分60%を超えていた可能性もあった。

全窒素量は、焼酎粕の散布量に比例して増加し、各試験区とも72日目には、約1.7%まで上昇した。逆に、分解によって減少する全炭素量は、試験区Cで3.4%減少していた。しかし、試験区AとBは、顕著な減少は認められなかった。

表3 発酵期間中の堆積物中分析結果 (%)

		第1実験期間			第2実験期間	
		15日目	30日目	46日目	57日目	72日目
試験区A	pH	8.58	7.69	8.56	8.34	8.45
	水分	48.5	53.6	50.1	53.6	50.7
	T-N	1.39	1.68	1.61	1.71	1.7
	T-C	35.2	37.4	36.1	35.5	35.3
	炭素率	25.3	22.3	22.4	20.8	20.8
試験区B	pH	8.61	7.64	8.65	8.48	8.46
	水分	46.8	56.3	51.6	53.2	52.5
	T-N	1.24	1.65	1.63	1.71	1.76
	T-C	36.4	37.5	35.1	34.6	35.1
	炭素率	29.1	22.7	21.5	21.5	20.2
試験区C	pH	8.19	7.84	8.7	8.45	8.42
	水分	57.6	56.2	54.1	50.1	52.6
	T-N	1.64	1.65	1.74	1.62	1.68
	T-C	37.1	35.4	34.2	33.5	33.7
	炭素率	22.6	21.4	19.4	20.7	20.1

(4) 臭気

堆肥化期間中に発生する臭気をモニタリングするために、予備散布期間に、アンモニア、アセトアルデヒド、硫化水素、メチルメルカプタンをスクリーニング調査したところ、顕著に発生しているのは、アンモニアのみであったので、これを堆積物の直上で検知管によって測定した。その結果を図5に示す。

発酵期間中に最も高濃度のアンモニアが検出されたのは23~24日目の試験区Bの70ppmで、次に高かったのは、同じく23日目の試験区Aの60ppmであった。試験区Cについては、最高30ppmでそれ以上のアンモニアは発生しなかった。

また、図5には示していないが、第1期実証期間中の試験区AとBに埋設した塩化ビニールパイプの出口(半円ドラムへの流入口)からは、高濃度のアンモニア(最大500ppm)が検出されたので、試験期間中は、蓋をして実験を行った。この強い悪臭の原因は、半円ドラム内に蓄積された焼酎粕の固形分が、腐敗したことによるものである。

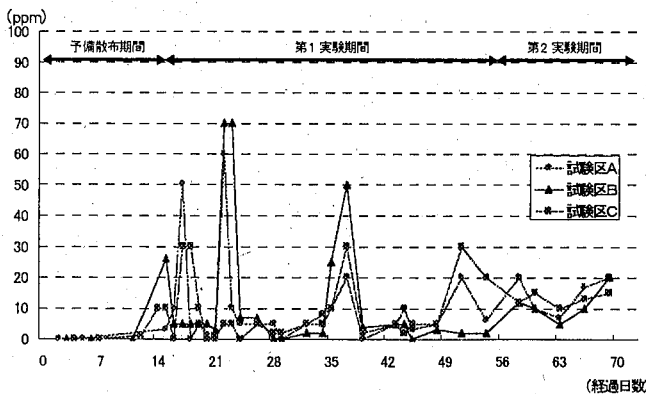


図5 発酵期間中のアンモニア濃度

(5) 肥料成分分析

試験開始から57日後の堆積物の肥料成分分析結果を表4に示す。各試験区間の肥料成分の差は見られなかった。表5には、各試験区の堆積物を混合して養生し

た最終的な肥料成分分析結果を示す。主要肥料成分である窒素は約1.7%、リンとカリウムは、約0.5%であった。また、堆肥を養生させたことによってpHは中性に推移していた。そのほか、肥料取締法で規制されている水銀・カドミウム・砒素は、基準値を超過していなかった。

表4 肥料成分分析結果(57日目)

成分	単位	試験区A	試験区B	試験区C
pH	-	8.34	8.48	8.45
水分	%	53.6	53.2	50.1
灰分	%	27.9	25.0	25.5
炭素率	-	20.8	21.5	20.7
T-N	%	1.71	1.71	1.62
T-C	%	35.5	34.6	33.5
P	%	0.43	0.46	0.44
K	%	0.41	0.41	0.40
Na	%	0.033	0.035	0.034
Ca	%	0.026	0.023	0.025
Mg	%	0.17	0.17	0.16

表5 肥料成分分析結果(最終)

成分	単位	結果
pH	-	7.0
水分	%	14.4
灰分	%	27.3
炭素率	-	19.7
T-N	%	1.73
T-C	%	34.0
P	%	0.53
K	%	0.50
Na	%	0.04
Ca	%	0.01
Mg	%	0.12
T-Hg	mg/kg	<0.05
As	mg/kg	<0.50
Cd	mg/kg	<0.05

(6) 小松菜発芽試験

焼酎粕を原料として製造した堆肥の発芽阻害性を調べるために、コマツナによる発芽試験を行った。試験は、対象土と製造された籾殻堆肥とそれらを1:1で混合したものの3種を構成して行った。ここでは、播種後4日目の発芽数を発芽勢と呼び、6日後の発芽数を発芽率と呼ぶこととして、各区100粒播種して試験を行った。その結果を表6に示す。製造した焼酎粕籾殻堆肥のみの発芽勢は、保水力の不足からか、良好な結果ではなかったが、籾殻堆肥と対象土の混合物の結果は良好であった。

図6に播種後3週間のコマツナの発育状況を示した、対照土のみの発育状況と比べて、焼酎粕籾殻堆肥を混合した床土では、旺盛にコマツナが発育しているのが判る。

表 6 コマツナ発芽試験結果

	発芽勢	発芽率
	(4日後)	(6日後)
対象土	99%	99%
	96%	98%
籾殻堆肥	58%	90%
	47%	91%
籾殻堆肥 対象土混合物	98%	100%
	93%	97%

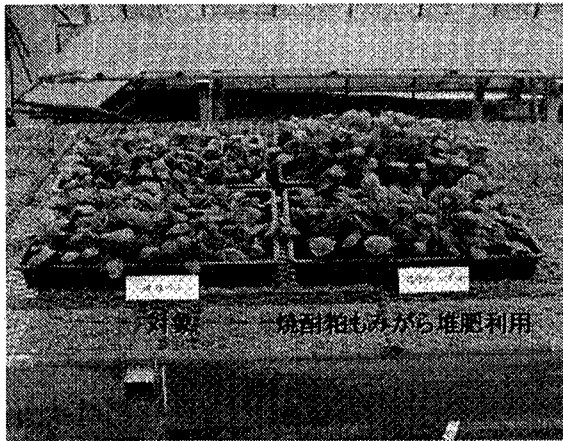


図 6 コマツナ発育状況

まとめ

(1)予備散布期間について

予備散布期間中に行った籾殻の山に単純に焼酎粕を散布するだけでも、発酵熱が発生し蒸散処理することができた。但し、焼酎粕に含まれる浮遊成分が籾殻の山の上面に蓄積されるので、7~10日間に一度の切り返しが必要となることが判った。

(2)第1実験期間について

第1期実証期間中の発酵状況が最も良好だったのは、発酵温度の平均値が最も高く、アンモニア発生濃度が最も低かった、試験区Cであった。

半円ドラムを埋設した試験区AとBは、それに接続した塩化ビニールパイプから、強い臭気が発生し、発酵温度もCに比べて低かった。

第1期実証試験期間では、試験区Aでは約18m³、試験区Bでは、約19.8m³、試験区Cでは22.2m³を処理することができた。この結果から、最も処理量が多かった試験区Cにおいては、11.8ℓ/day・m²処理された計算になる。

(3)第2実験期間について

第2期実証試験では、設置する通気管の本数の違いによる蒸発効率の差を調査するために行ったが、試験期間

が短かったため、結果は判然としなかった。

(4)焼酎粕処理量について

F酒造工場から焼酎粕が排出された期間は、72日間でその期間中に処理した焼酎粕の量は88.3tであった。

(5)肥料成分分析結果について

今回作られた堆肥の肥料成分は、窒素約1.7%、リン約0.5%、カリウム約0.5%、また、C/N比が約20であった。これらの分析結果からは、十分に腐熟している数値と言えず、次年度も繰り返し発酵処理に利用して十分に腐熟させることが望ましい。また、各試験区での肥料成分の差はなかった。よって、今回の実証試験では、臭気の面や作業効率から試験区Cがもっと良好な結果となった。

おわりに

この研究報告は、平成9年度から継続している長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成事業の畜ふん編、汚泥編に続くもので、長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成委員会の実証実験として行われたものでもある。

今回の研究によって得られた成果の一つとして、微生物による発酵熱を利用することで、非常に水分率の高い焼酎粕をほぼ無動力で堆肥化処理できた。さらに本法による処理コストは、現在の海洋投棄処分委託費と同程度であった。

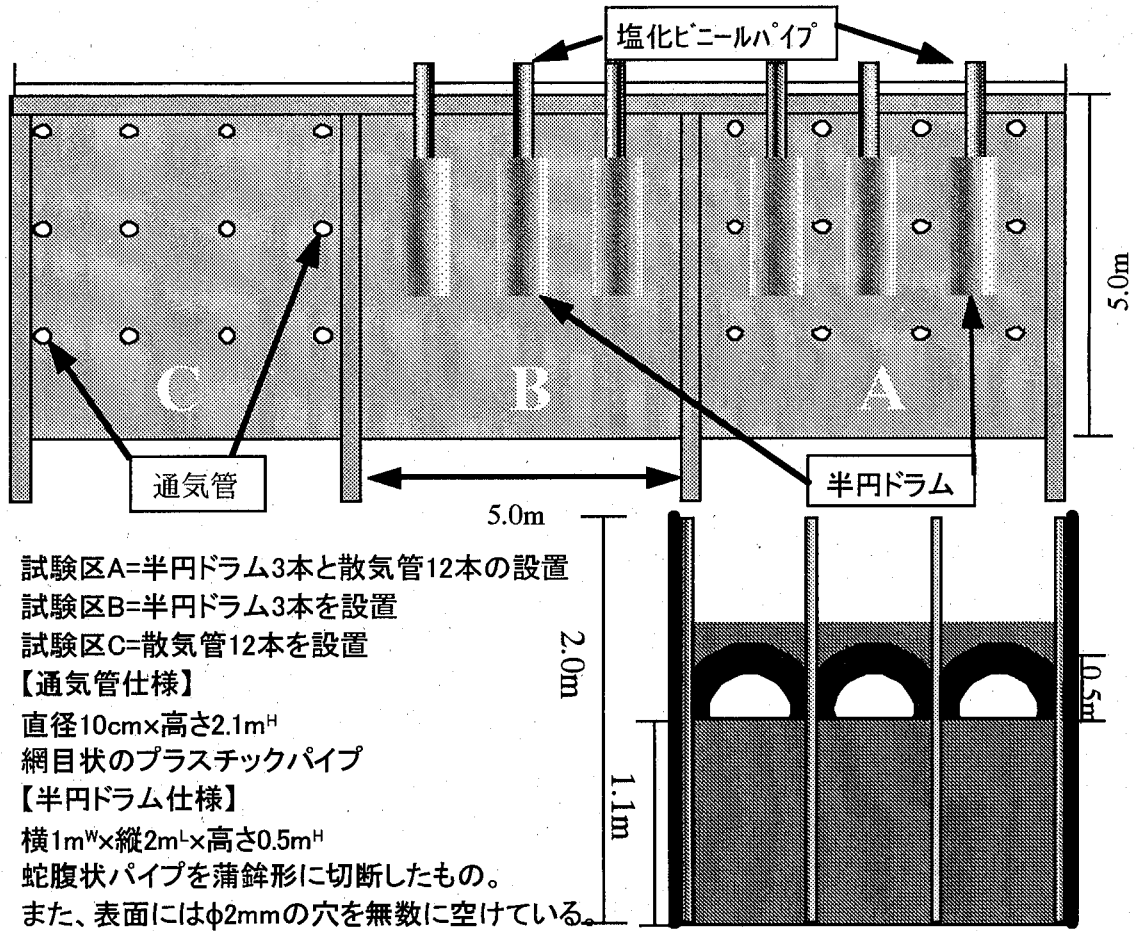
今後は、この処理方法での処理能力の向上と堆肥の品質向上を目的とした研究を行う予定である。

なお、これらの研究成果は、「未利用資源堆肥化解説書(焼酎粕編)」として平成13年度に発行予定である。

最後に、本研究に積極的なご協力を頂いた(株)長崎バイオパーク 山口課長並びに(株)福田酒造 福田社長に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 廃棄物処理・再資源化技術ハンドブック編集委員会 編集委員長 中山哲男:廃棄物処理・再資源化技術ハンドブック-(1993)
- 2) 藤田賢二:コンポスト化技術-廃棄物有効のテクノロジー-(1993)
- 3) 有機質資源化推進会議:有機廃棄物資源化大辞典 (1997)
- 4) 工藤哲三ほか:焼酎蒸留廃液の微生物処理技術の開発、宮崎県工業試験場・宮崎県食品加工研究開発センター研究報告書 No.42(1997)
- 5) 工藤哲三ほか:日本酒造組合中央会本格焼酎新技術開発研究会 研究成果報告書 p1-8(1998)



実証試験区A概略図

図 2 第 1 実験期間概略図

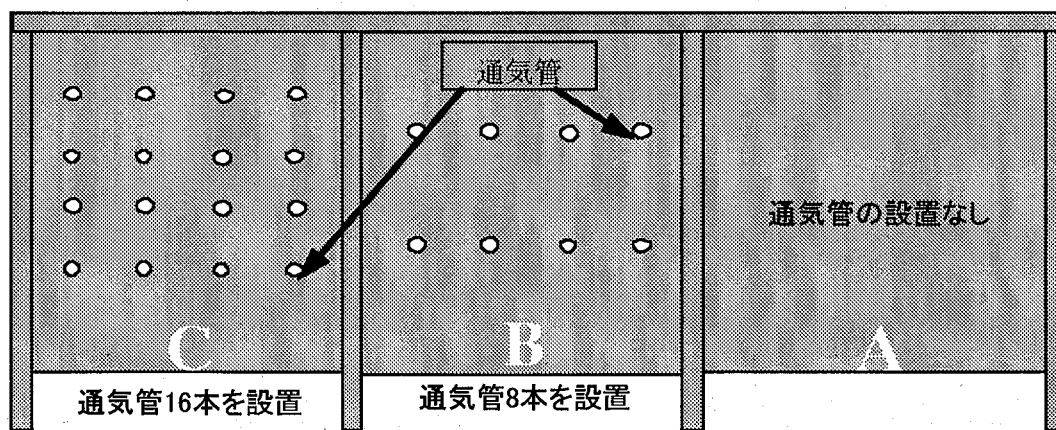


図 3 第 2 実験期間概略図

長崎県における地下水水質調査の経緯と今後の課題

森 淳子・近藤幸憲・徳末有香・赤澤貴光・馬場強三・村井勝行ⁱ

History of groundwater quality investigation in Nagasaki Prefecture and future problem.

Atsuko MORI, Yukinori KONDO, Yuka TOKUSUE, Takamitsu AKAZAWA,
Tsuyomi BABA and Katsuyuki MURAI

The extensive pollution by trichloroethylene, etc. was proven by the Environment Agency survey in the 1982. 17 years progressed, after Nagasaki Prefecture started the groundwater investigation. In this interval, Nagasaki Prefecture has carried out general condition investigation, investigation around polluted wells, continual periodic monitoring study of polluted wells. The pollution status by trichloroethylene and tetrachloroethylene made to be a problem at the beginning shows the tendency in the convergence year by year. It also came to the appearance of the site which satisfied the environmental standard every year. Therefore, in 2000 fiscal year, Nagasaki Prefecture reexamined the periodic monitoring study in 28 sites, and it should be made to be the 10 sites.

In 1997, Environment Agency determined the groundwater environment standard on 23 items for the purpose of the protection of the human health. According to this determination, Nagasaki Prefecture carried out general condition investigation for the whole prefecture area from the 1998 fiscal year in the 3 years. As this result, the environmental standard was exceeded on nitrate nitrogen and nitrite nitrogen in 33 sites. From the situation around the hinterland it is guessed that causes of the pollution are livestock industries, domestic wastewater, fertilization to the farmland, etc.. In the future, sufficient investigations and countermeasures are also necessary on the pollution estimated with the agriculture derivation.

Key Words : groundwater, trichloroethylene, tetrachloroethylene, nitrate nitrogen and nitrite nitrogen
キーワード：地下水、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素

はじめに

昭和57年度の環境庁調査によりトリクロロエチレン等による広範な地下水汚染が判明したのを契機に、長崎県でも地下水汚染調査を開始して以来、17年を経過している。この間、環境庁が示した調査方法に従い、地下水質の概況把握、汚染井戸周辺調査、汚染井戸の継続的な定期モニタリング調査を実施してきた^{1)~10)}。平成12年度は環境基準設定に伴う概況調査の最終年であることから、これまでの経過をまとめ、調査で明らかとなった今後の課題について記述する。

地下水水質調査の経緯

1 実態調査と暫定指針

昭和50年代のIC産業の急激な成長に伴い、洗浄

用に用いる塩素系溶剤による地下水の汚染が相次いだことから、昭和57年度環境庁は地下水汚染実態調査を実施した。この結果、トリクロロエチレン等による広範な汚染が判明したため、長崎県では環境庁の委託を受けて昭和59年度、発ガン性が疑われるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタンの3物質について使用実態調査を実施するとともに、同年から昭和61年にかけて工場排水及び隣接する公共用水域で水質実態調査を実施した。

工場・事業場では、トリクロロエチレンについては1工場、テトラクロロエチレンについては2事業場における排水が、昭和59年に定められた暫定指導指針を超えた。トリクロロエチレンで排水基準を超過した工場は一般機械器具製造業で、直ちに使用を中止した。

ⁱ 長崎県環境保全課

表1 地下水水質調査にかかる経過概要

1981年 (昭和56年)	米国サンタクララバレーで有機塩素系溶剤による地下水汚染が判明
1982年 (昭和57年)	環境庁、地下水汚染実態を調査
1983年 (昭和58年)	長崎県、地下水水質調査を開始
1984年 (昭和59年)	環境庁においてトリクロロエチレン (TCE) 等の排出に係る暫定指導指針を設定 長崎県TCE、テトラクロロエチレン (PCE)、1,1,1-トリクロロエタン (TCA) の使用実態を調査
1989年 (平成元年)	TCE等を水質汚濁防止法の有害物質に指定。排水規制及び地下浸透規制の対象に 環境庁は概況調査、汚染井戸周辺調査、定期モニタリング調査からなる地下水調査方法を示す。調査項目は水質汚濁防止法に規定するカドミウム等有害物質11項目
10月	長崎県、概況調査として県下57地点で調査 (TCE、PCEと一部重金属)
12月	上記調査の結果、大村市で汚染井戸が発見されたため、汚染井戸周辺調査として大村地区88地点を調査
1990年 (平成2年)	概況調査として42地点、汚染井戸周辺調査として大村、津久葉地区合計20地点、定期モニタリング調査として島原 (寺町、新湊) 大村、国見、栄田、吾妻地区合計24地点で調査
1991年 (平成3年)	概況調査として26地点、汚染井戸周辺調査として島原城見町3地点、定期モニタリング調査として島原、大村、国見、諫早、吾妻地区合計28地点で調査 (以後ほぼ同様に実施)
1993年 (平成5年)	環境庁は人の健康の保護に関する環境基準の見直しと項目の追加を行う
1996年 (平成8年)	水質汚濁防止法を改正し、汚染地下水の浄化制度等を規定
1997年 (平成9年)	有害物質23項目について地下水の水質汚濁に係る環境基準が設定された
1998年 (平成10年)	環境基準設定に伴う概況調査が3カ年計画で開始された。
1999年 (平成11年)	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素の3項目が環境基準項目に追加された
2000年 (平成12年)	長崎県は定期モニタリング地点を見直し、10地点で実施

また、テトラクロロエチレンで排水基準を超過したのはドライクリーニング所で、業者に対しては、厚生省マニュアルにより、廃液処理装置の管理等について指導が行われた¹¹⁾。

昭和60年度の公共用水域実態調査では1地点でトリクロロエチレンの水道水暫定的水質基準を超えた。

2 水質汚濁防止法一部改正と評価基準

平成元年9月、水質汚濁防止法が一部改正され、トリクロロエチレン等が有害物質に指定され、排水規制及び地下浸透規制の対象となった。

長崎県では法改正に従って、順次概況調査を行った。その結果、大村市杭出津地区、諫早市津久葉地区、吾妻町平江地区、国見町神代地区、島原市寺町地区、新湊地区でトリクロロエチレンまたはテトラクロロエチレンについて評価基準を超過した井戸が発見されたため、汚染井戸周辺調査を経た上、想定汚染源をかかえる諫早市栄田地区の2地点を加えた合計28地点において継続的に定期モニタリング調査を行うこととなった。

3 地下水水質調査項目追加

平成5年3月環境庁は、有害物質による公共用水域の汚染を防止し、国民の健康の保護を図るため、水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準の見直しと項目の追加を行った。これによって、有機燐化合物については項目から除外されたが、有機塩素系化合物としては従来のトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンに加え、ジクロロメタン等8物質が、発ガン性のおそれがあるとして追加された。さらにチウラム、シマジン等4つの農薬と、慢性毒性を有する金属としてセレンが項目に追加され、合計23項目が人の健康の保護に関する環境基準設定項目とされた。これと同一の項目が地下水水質調査項目とされ、環境基準と同一の基準が評価基準とされた。

また、人の健康の保護に関する物質であるが、公共用水域等における検出状況等からみて、現時点では直ちに環境基準を設定する物質とせず、引き続き知見の集積に努めるべきと判断されるものとして、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素等25物質が「要監視項目」として位置づけられ、公共用水域及び地下水の測定を行い、その推移を把握していくこととなった

長崎県では、平成6年度から追加物質の調査を実

施したが、追加物質の評価基準超過はなかった。

4 地下水環境基準設定

環境基準の設定に伴い、長崎県は平成10年度から3カ年で県下全域を対象として概況調査を行った。調査地点は、総理府の標準地域メッシュに基づく1kmメッシュ区分を基本として選定された。平成10年度は対馬保健所及び県南保健所管内の1市22町の144地点を対象に、カドミウムからセレンに至る23項目に加え、要監視項目であったトランス-1,2-ジクロロエチレン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の計25項目について調査を行った。また、平成11年度は西彼、県央、県南、県北、五島、上五島、壱岐各保健所管内の5市24町1村の146地点を対象に、カドミウムからふっ素に至る25の環境基準項目に加え、要監視項目であるトランス-1,2-ジクロロエチレンの計26項目について調査を行った。平成12年度は西彼、県央、県南、県北、五島、上五島、壱岐各保健所管内の2市39町1村の151地点を対象に、カドミウムからほう素に至る26の環境基準項目に加え、要監視項目であるトランス-1,2-ジクロロエチレンの計27項目について調査を行った。

定期モニタリング地点における経年変化

平成元年の法改正に伴い順次概況調査で発見された汚染井戸を含む地区について、汚染井戸周辺調査を経た上、想定汚染源をかかえる諫早市栄田地区の2地点を加えた合計28地点において継続的に定期モニタリング調査を行うこととなった。各地区の推定・想定汚染源と汚染物質を表2に示す。また、継続的に調査が行われた地点で検出された項目の経年変化を表3に示す。

表2 長崎県下の地下水汚染調査地区(県管轄分)

地区	推定・想定汚染源	基準超過物質
諫早市栄田町周辺	K社(電気めっき施設)	
諫早市津久葉地区	中核工業団地	トリクロロエチレン テトラクロロエチレン
吾妻町平江地区	A電子工業	トリクロロエチレン 硝酸性亜硝酸性窒素
大村市杭出津地区	Tクリーニング	テトラクロロエチレン 硝酸性亜硝酸性窒素
島原市寺町地区	Sクリーニング	テトラクロロエチレン 硝酸性亜硝酸性窒素
島原市新湊地区	T製作所	トリクロロエチレン
国見町神代地区	Kクリーニング	テトラクロロエチレン

表3において、数年にわたって基準超過が見られない地点については見直しが行われ、平成12年度以降は図1に示す5地区、10地点で定期モニタリング調査を継続することとされた。以下、5地区における汚染物質濃度の経年変化を示す。

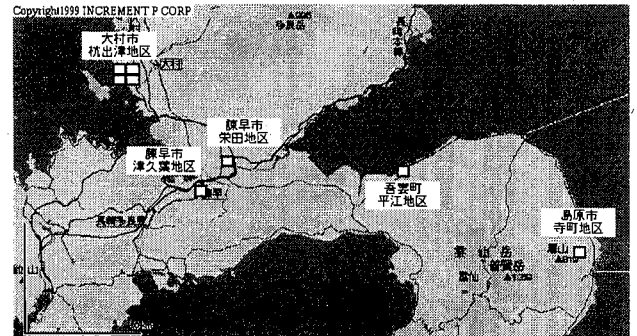


図1 定期モニタリング調査地区

1 諫早市栄田地区、津久葉地区

栄田地区ではこれまで3地点で調査が実施されているが、調査項目について検出事例はない。津久葉地区では、調査開始当初中核工業団地の北西の谷間に位置する004018地点でトリクロロエチレンとテトラクロロエチレンが高い濃度で検出された。平成5年10月以降004018地点直近の004031地点で現在まで継続して調査が続けられている。両者の濃度は平成4年10月をピークとして漸次減少傾向にあるが、トリクロロエチレンについては平成12年度調査で基準値を超過しており、今後も継続して調査が必要と思われる。なお、両物質の濃度変化は経年的に同様の挙動を示しており、両物質を同時に使用する発生源からの汚染と考えられる。

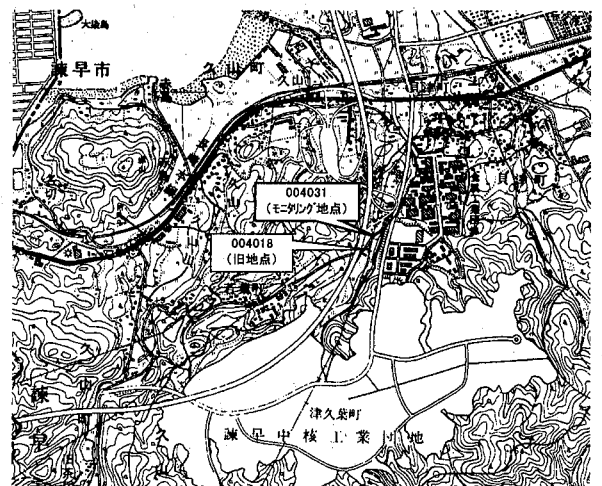


図2 諫早市津久葉地区調査地点

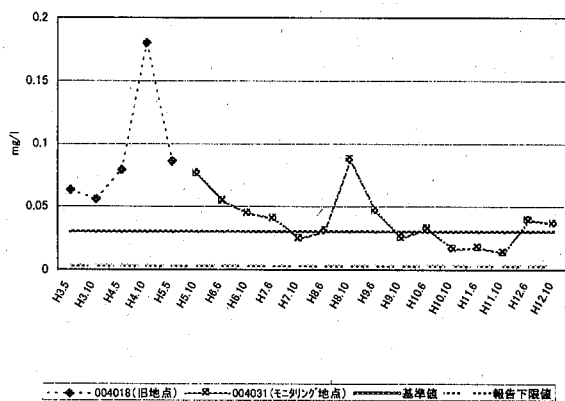


図3 津久葉地区におけるトリクロロエチレン濃度経年変化

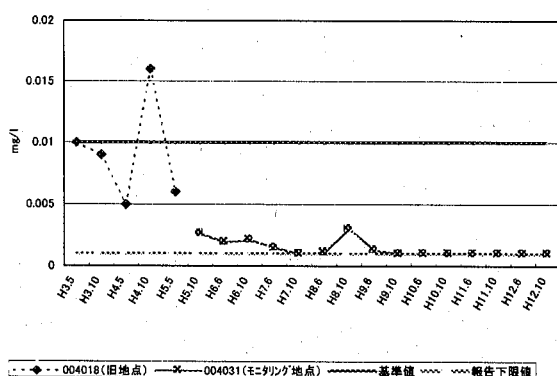


図4 津久葉地区におけるテトラクロロエチレン濃度経年変化

2 吾妻町平江地区

吾妻町平江地区における地下水汚染はA電子において部品洗浄に使用されたトリクロロエチレンが原因であると推定されている。平成元年1月、汚染源直近の035004地点で8.2mg/lのトリクロロエチレンが検出された。これは環境基準値の273倍にあたり、長崎県の地下水調査で最も高濃度での検出であった。

周辺調査では、汚染源から約130m地点にあたる035005地点で平成5年5月まで環境基準を超過するトリクロロエチレンが検出されたが、漸次濃度は減少している。ただし、平成12年度の調査では、035004地点で増加傾向にあり、今後も調査が必要と思われる。035004及び035005地点では、環境基準の設定に伴い平成10年度から追加された項目のうち、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素について、平成12年度までにそれぞれ2回ずつ環境基準を超過している。また、035004地点では平成12年6月に地下水調査ではじめて、農薬のシマジンを検出している。

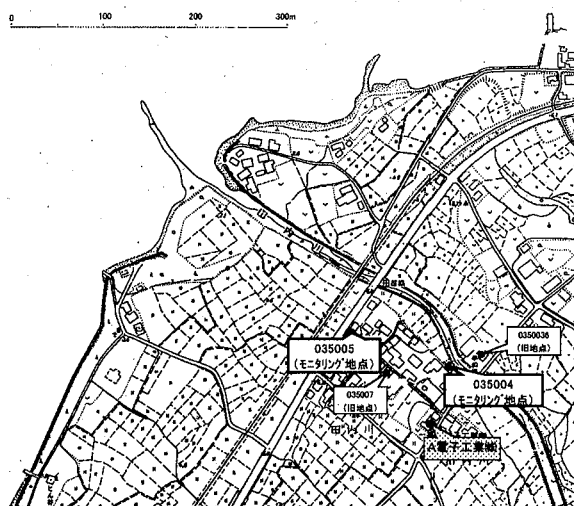


図5 吾妻町平江地区調査地点

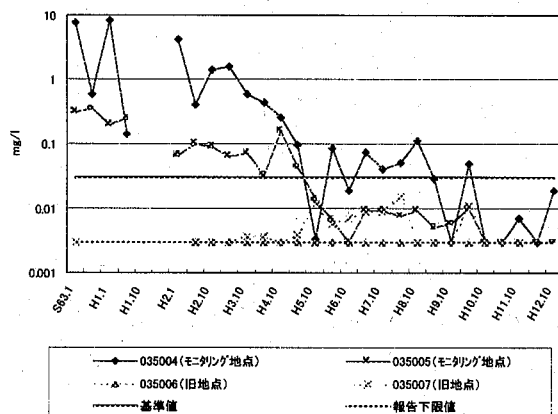


図6 平江地区におけるトリクロロエチレン濃度経年変化

3 島原市寺町地区

吾妻町平江地区における地下水汚染はスクリーニングで使用されたテトラクロロエチレンが原因であると推定されている。汚染源直近の003015地点で昭和63年7月に0.45mg/l、平成3年10月に0.46mg/lという環境基準値の約15倍にあたるテトラクロロエチレンが検出された。

周辺調査では、汚染源から約50m地点にあたる003016地点で平成6年10月まで環境基準を超過するテトラクロロエチレンが検出されたが、漸次濃度は減少している。ただし、平成12年度の調査では、003015地点で増加傾向にあり、今後も調査が必要と思われる。

なお、003011地点及び003015地点でトリクロロエチレンが検出されているが、これはテトラクロロエチレンが分解したものと推定される^{12,13}。

003008地点では、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が測定対象となった平成10年6月から7mg/lを超え

る硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素を検出していたが、平成12年10月の調査では11mg/l となり、環境基準を超過した。

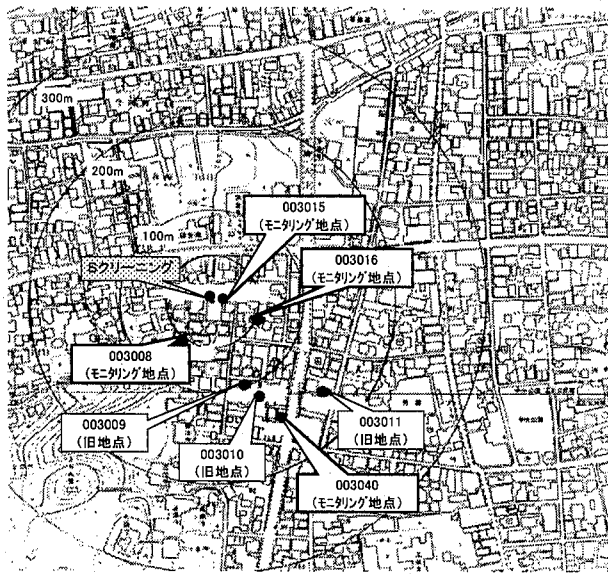


図7 島原市寺町地区調査地点

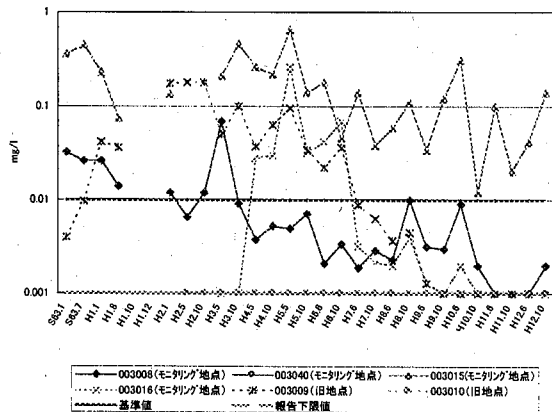


図8 寺町地区におけるテトラクロロエチレン濃度経年変化

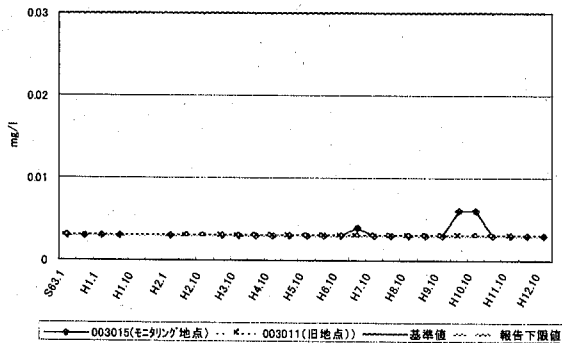


図9 寺町地区におけるトリクロロエチレン濃度経年変化

4 大村市杭出津地区

大村市杭出津地区における地下水汚染は旧Eクリーニング及びTクリーニングで使用されたテトラクロロエチレンが原因であると推定されている。両者から約500mの位置にある005043地点では平成元年8月に環境基準値の35倍にあたる0.35mg/l のテトラクロロエチレンが検出された。

周辺調査では、汚染源から約800m地点にあたる005082地点で現在に至るまで環境基準を超過するテトラクロロエチレンが検出されている。平成12年度の調査では、005043及び005082地点で増加傾向にあり、今後も調査が必要と思われる。

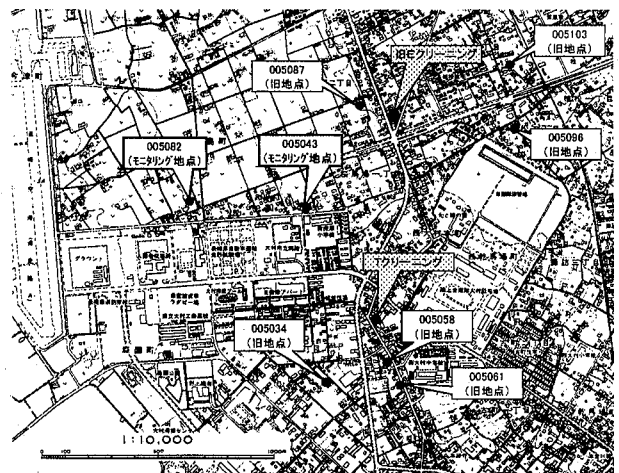


図10 大村市杭出津地区調査地点

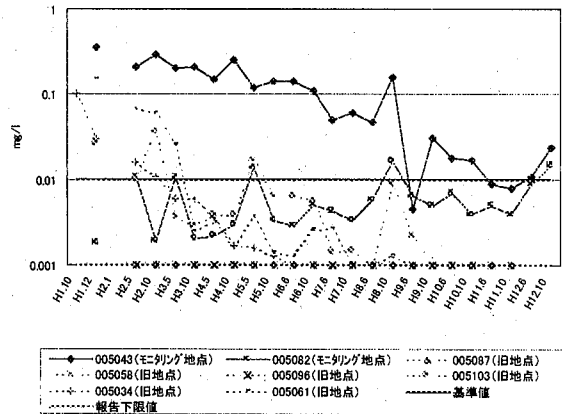


図11 杭出津地区におけるテトラクロロエチレン濃度経年変化

旧地点である005087及び005103地点では、平成10年度と11年度の調査で、それぞれ2回と1回、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素で環境基準を超過した。平成12年度は、概況調査のなかで周辺を含め再調

査されることとなったが、005087で環境基準を超過した。

今後、農薬や硝酸性窒素など、農業由来と推定される有害物質についても、十分な調査と対策が必要と考えられる。

5 定期モニタリング調査のまとめ

平成元年の法改正に伴い実施された概況調査によって発見されたトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンによる汚染井戸の定期モニタリング調査が開始されてから約10年を経過した。この間、汚染物質の分解、流出等自然浄化により汚染状況は経年的に収束し、例年環境基準を満たす地点も出現するに至った。しかし、平成12年度以降も継続して調査することとなった10地点では、未だ環境基準を超過する地点もあり、今後も挙動に着目する必要がある。

環境基準設定に伴う概況調査結果

平成9年に23項目に関する地下水質の環境基準が定められたことを受け、環境基準適合状況等地下水の概況を把握するため、平成10～12年度の3カ年で長崎市、佐世保市を除く県下全市町村を対象に調査を行った。表4に調査地点の概要、表5に平成10～12年度地下水質概況調査における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の保健所管内別、濃度別検出状況、表6に硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準超過状況を示した。

3カ年の、延べ調査地点数は441地点となるが、表5では同一の調査地点23地点については高濃度で検出された測定値を採用し、重複を避けた。また、平

表4 地下水質概況調査地点概要

() 内は県南保健所管内の地点数

年度	調査地点数	環境基準超過地点数	備考
10	144 (117)	23 (23)	県南保健所管内(島原島地域)及び対馬保健所管内で実施。
11	146 (8)	4 (3)	10年度実施以外の市町で実施。一部再調査
12	151 (19)	23 (16)	10、11年度以外の市町で実施。一部再調査
計	441 (144)	50 (42)	

均濃度の算出において報告下限値以下の数値はゼロとして処理した。

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は全体の95%の地点から検出された。最も出現頻度の高い濃度範囲は1.0mg/lを超え5.0mg/l以下の濃度範囲であった。県南保健所管内では5.0mg/lを超え10.0mg/l以下の濃度範囲が最も出現頻度が高かった。

全体の平均濃度は4.1mg/lであり、上五島保健所県南保健所管内の平均濃度がこれを超えた。417地点中33地点で環境基準を超過した。その76%は県南保健所管内の調査地点であった。環境基準超過があった地区は県央、県北、県南、上五島保健所管内であった。調査地点数に対する環境基準超過割合は県南保健所管内で20%、上五島保健所管内で10%となった

表5 平成10～12年度地下水質概況調査における保健所別、濃度別検出状況

保健所名	地点数	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 濃度階級別の地点数						基準超過 地点数/ 地点数	平均 濃度 mg/l
		<0.04 mg/l	~0.5 mg/l	~1.0 mg/l	~5.0 mg/l	~10 mg/l	>10 m g/l		
西彼	62	5	8	8	28	13		0	2.8
県央	65	4	4	14	27	12	4	0.06	3.6
県北	65	2	11	18	28	5	1	0.01	2.2
県南	124	11	12	9	32	35	25	0.20	7.4
五島	26		5	5	13	3		0	2.4
上五島	30		6	3	12	6	3	0.10	4.8
壱岐	18	2	3	4	8	1		0	1.9
対馬	27		5	9	13			0	1.2
計	417	22	54	70	161	75	33	0.08	4.1

報告下限値 0.04mg/l

環境基準値 10mg/l

表6 地下水質概況調査における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準超過状況

管轄保健所	井戸番号	市町名	地区名	平成10年度 mg/l	平成11年度 mg/l	平成12年度 mg/l	備考
県央	015007	多良見町	化屋			11	
	028001	森山町	井牟田上			14	
	005078	大村市	古賀島2			15	
	005081	大村市	古賀島2			11	
県南	032003	有明町	大三東乙	15	17	24	ボーリング水、付近に畑地
	032007	"	大三東乙		17	19	ボーリング水、付近に畑地
	032008	"	大三東甲		28	18	付近に畑地
	032005	"	久原	17		17	
	032006	"	三之沢	17		21	付近に畑地
	038003	小浜町	山畑	28		5.4	
	040001	加津佐町	権田	11		11	
	045002	有家町	蒲河	14		15	
	045003	"	下藤原	12			
	045003	"	木場	11			
	046004	布津町	大崎	14		9.6	
	046005	"	貝崎	11			
	047009	深江町	瀬野	20		14	
	003022	島原市	津吹	21		22	付近に田畑
	003023	"	御手水	11		16	付近に田畑
	003025	"	稗田	15		14	住宅地
	003025	"	立野	30		29	付近に畑地
	033006	国見町	轟木	22		24	住宅地
	033011	"	高下	18		3.7	
	033014	"	楠高	11			
	035011	吾妻町	永中	26		22	
	036010	愛野町	野平	15		14	
	036014	"		22		20	
	036015	"	山ノ口	13			
	036009	"	八幡	12			
	県北	060003	世知原町	栗迎1区			12
上	069001	宇久町	野方		11		
五	050008	小値賀町	前方			39	付近に事業場、畜産業なし。畑あり。
島	070002	奈良尾町	奈良尾			11	
環境基準超過地点数				23	3	23	

10mg/l を超える硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が検出された場合、その原因は過剰施肥等人間の活動に由来するものと考えられ、このような地下水を乳児が飲用するとメヘモグロビン血症を引き起こすおそれがあることから¹⁴⁾環境基準設定項目となっている。なお、年度毎の概況は次のとおりである。

平成10年度

県南保健所管内117地点、対馬保健所管内27

地点を対象に調査を行った。その結果、県南保健所管内の23地点で環境基準を超過した。最高濃度は井戸番号003025(島原市立野地区)の30mg/lであった。

平成11年度

対馬保健所管内を除く146地点で調査を行った。その結果、県南保健所管内で3地点、上五島保健所管内で1地点新たに環境基準の超過があつ

た。最高濃度は井戸番号032008(有明町大三東甲地区)の28mg/lであった。

平成12年度

対馬保健所管内を除く151地点で調査を行った。その結果、県央保健所管内で4地点、県北保健所管内で1地点、上五島保健所管内で2地点が新たに環境基準を超過した。県南保健所管内における調査地点は、平成10, 11年度に環境基準を超過した地点のうち19地点で再調査が行われた。その結果、038003, 046004, 033011の3地点では環境基準を下回る値となったが、他の地点ではほぼ同程度か、過去の濃度を上回る結果となった。最高濃度は井戸番号050008(小値賀町前方地区)の39mg/lであった。

まとめ

地下水質の調査開始当初課題とされたトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンによる汚染状況は分解、流出など自然浄化により経年的に収束し、例年環境基準を満たす地点も出現するに至った。地区別に各物質濃度の経年的減衰を確認したところ、平成12年度以降も継続的モニタリングが必要と判断された地点においては、濃度が増加傾向をみせるものもあった。

地下水環境基準の設定に伴い、平成10年度から3カ年計画で県下全域を対象として行った概況調査では、33地点で硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素について環境基準を超過した。このうち、ほとんどの地点は畑作地帯にあることが報告されている。

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による地下水汚染地域を擁する他自治体では、人への健康影響を未然防止する見地からすでに環境省の委託事業等により対策が進められているところもある¹⁵⁻¹⁷⁾。今後、本県においても地下水の成分分析等によって汚染原因を明らかにし、有効な対策につなげることが必要と考えられる。

参考文献

- 1) 長崎県：平成2～12年度版環境白書。
- 2) 長崎県保健環境部：平成2～5年度 公共用水域及び地下水の水質測定結果。
- 3) 長崎県生活環境部：平成6～9年版 公共用水域及び地下水の水質測定結果。
- 4) 長崎県県民生活環境部：平成10～12年版 公共用水域及び地下水の水質測定結果。
- 5) 瀧 義明, 赤木 聡, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 37, 62-64, (1993)

- 6) 瀧 義明, 豊坂元子, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 40, 104-107, (1994)
- 7) 瀧 義明, 矢野博巳, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 41, 50-51, (1995)
- 8) 石崎修造, 近藤幸憲, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 42, 63-67, (1996)
- 9) 石崎修造, 近藤幸憲, 桑原 洋：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 43, 77-78, (1997)
- 10) 近藤幸憲, 森 淳子, 古賀浩光, 桑原 洋：長崎県下の地下水質調査(1998年度), 長崎県衛生公害研究所報, 44, 60-62, (1998)
- 11) 長崎県：昭和62年版 環境白書(1987)
- 12) Rolf Mergler-Volkl, Manfred Nerger and Julia Schule: A Contribution to the Bio-degradation of Volatile Chlorinated Hydrocarbons in Groundwater and Sewage, Contaminated Soil, 2, 1159-1162, (1988)
- 13) 横浜市環境科学研究所：地下水汚染に関する調査研究報告書—分解反応モデルを用いた評価—, 環境研試料No. 140(2000)
- 14) 国包章一：硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の健康影響, 日本水環境学会誌, 19, 965-968, (1996)
- 15) 福岡県：環境庁委託事業調査「硝酸性窒素地下水汚染対策検討調査報告書—汚染機構解明調査—」(1999)
- 16) 福岡県：平成12年度環境省委託事業報告書「硝酸性窒素総合対策推進事業報告書—浄化システム調査—」(2001)
- 17) 熊本県保健環境科学研究所：硝酸性窒素による地下水汚染機構解明調査報告書(平成7～9年度調査結果)(2000)

ボツリス中毒が疑われたギランバレー症候群の1症例

山口 仁孝、田中 良徳、田栗 利紹、石崎 修造、萱場 正一

A case of the Guillan-Barre syndrome (GBS) following *Campylobacter jejuni* enteritis that it doubted *Clostridium botulinum* poisoning.

Yoshitaka YAMAGUCHI, Yoshinori TANAKA, Toshitsugu TAGURI, Shyuzo ISHIZAKI and shyouchi KAYABA

One patient who presented ophthalmoplegia externa and respiratory paralysis was reported from the medical institution. As for this patient, it doubted clostridium botulinum poisoning from this clinical manifestation strongly.

We presumed *Clostridium botulinum* poisoning and Guillan-barre syndrome(GBS), and microbiological reference was done about the fece with doing serologic reference for the patient's serum.

As the result of these references, *Campylobacter jejuni* (group D) was detected in the fece. And anti-*Campylobacter* antibody and the anti-ganglioside antibody during the patient's serum, significant rise was confirmed. The bacteria which separated this time absorbed an anti-ganglioside antibody during the patient's serum.

From these results, last case was diagnosed as the GBS following *Campylobacter jejuni* enteritis.

Key words: Guillan-Barre syndrome(GBS), ganglioside, *Campylobacter jejuni*

キーワード: ギランバレー症候群(GBS)、ガングリオシド、キャンピロバクター・ジェジュニ

はじめに

ギランバレー症候群(GBS)は、上気道炎や胃腸炎などの後に急性に発症する四肢筋力低下・深部腱反射消失を主徴とする末梢神経障害として知られている。GBS患者の約2/3では、各種ウイルスや細菌の先行感染が認められ、血中には神経細胞表面に豊富に存在する酸性糖脂質(ガングリオシド)に対する自己抗体が認められることから、先行感染微生物の交叉抗原に感作した自己免疫性神経疾患と考えられている。¹⁾²⁾

最も高率に認められる先行感染微生物としては、食中毒菌の *Campylobacter jejuni* で、病原体が明らかかな GBS 患者の約1/3で感染が確認され、発症者より分離された菌体の LPS にはガングリオシド様構造が存在していることが明らかにされている。²⁾³⁾

今回、病勢極期に外眼筋麻痺・呼吸麻痺を呈し、ボツリス中毒が疑われた GBS 患者糞便より *C.jejuni* を分離し、その細菌学的検索を行ったので報告する。

発生概要

平成12年10月16日、国立N病院医師よりボツリス中毒疑いの患者発生届け出の提出を受け、調査を開始した。患者は23歳男性で10月6日頃に下痢が認められたのち、12日夜に眼球運動異常、嚥下障害、構音障害が発現し、16日には上下肢不動・深部腱反射消失・反応障害・眼球運動消失で重体となった(表1)。

表1:患者経過

10/6: 下痢症状、10/10: 全身蕁麻疹(投薬治癒)
10/12: 眼瞼下垂、瞳孔異常、嚥下障害、構音障害
10/13: 瞳孔散大、便秘
10/14: 眼球運動消失(・・・ボツリス菌中毒疑い)
10/16: 反応障害、上下肢不動、深部腱反射消失(重体) 血漿交換療法実施後ボツリス多価血清投与
10/17: 上下肢可動、11/3: 散瞳、口腔内麻痺(頭部麻痺)

材料および方法

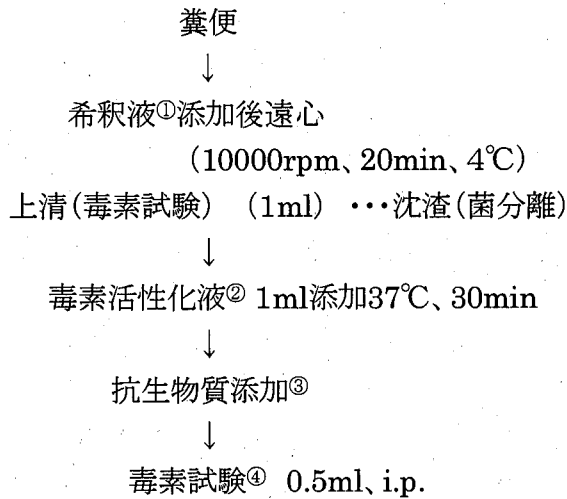
臨床経過よりボツリス中毒およびギランバレー症候群が疑われたため、血清および糞便について検査を行った。

1. 患者直採便検査(10/13、16 採取)
 - (1)ボツリス毒素検査(マウス毒性試験)(図1)
接種液:直接および増菌培養液遠心上清。
 - (2)ボツリス菌およびキャンピロバクター培養検査(図2)
直接および増菌培養。
 - (3)分離株の試験
 - (a)性状検査、血清型別試験。
 - (b)遺伝子比較解析試験。
- 表 2 に示すD群 5 株、その他 5 血清型 7 株について、FUJIMOTO らの方法⁴⁾を参考に RAPD および PFGE(制限酵素 Sal I, Sma I)により遺伝子の

比較解析を行った。(図 3)

- (c)免疫電子顕微鏡による観察
常法に従い、PLP 固定・アクリル樹脂包埋した後超薄切片を作成し、抗ガングリオシドマウス IgM を一次抗体、直径 10nm 金コロイド標識抗マウスヤギ IgG を二次抗体として post-embedding 間接法により染色し透過型電子顕微鏡により観察した。
2. 血清検査(10/13、16 採取)(他機関にて実施)
 - (1)ボツリス毒素検査(マウス毒性試験)および(2)キャンピロバクター抗体検査(ELISA)・・・東京都衛研
 - (3)ガングリオト抗体検査(ELISA)・・・東京大学医学部附属病院
3. 分離株の患者血清ガングリオト抗体吸収試験・・・東京大学医学部附属病院

図1 ボツリス毒素検査

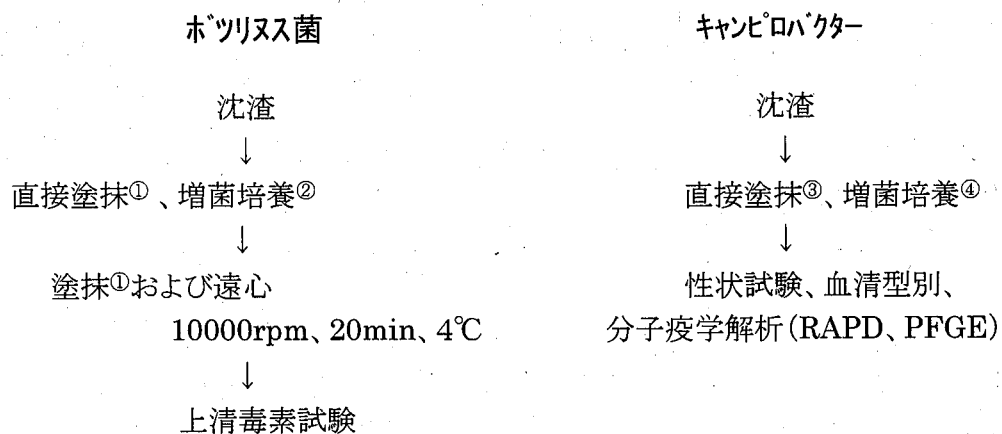


- ①0.2%ゼラチン加0.03MNa₂HPO₄緩衝液 (ph6.0~6.2)サンプルg×1/10~10ml
- ②2%トリプシン0.001NHCl溶液(ph6.0)
- ③ストレプトマイシン(100 μg/ml) ペニシリンG(100IU/ml)

処理方法		試験数(匹)
A	上清無処理	3
B*	抗毒素中和液(A, B, E, F)	3
C	陰性対照(希釈液)	3

* 各抗毒素希釈血清(10IU/ml)	
0.2ml(2IU)	0.5ml
室温、1hr	

図2 培養検査



	培地	培養温度	培養時間
①	5%ウマ血液加GAM寒天	37℃	48hrs
①	5%卵黄加GAM寒天	37℃	48hrs
②	0.1%可溶性澱粉加クックミート培地 (pH7.2) →①	37℃	48hrs
③	CCDA培地 (微好気培養)	42℃	48hrs
④	プレスト培地 (微好気培養) →③	42℃	24hrs

表2 RAPD・PFGE比較株の血清型

菌株No.	血清型		由来
	Penner	Lior	
1	D群	UT ^①	GBS
2	D群	UT	GBS
3	D群	UT	GBS
4	D群	UT	鶏肉1
5	D群	UT	鶏肉2
6	D群	UT	鶏肉3
7	D群	1	食中毒事例1
8	D群	1	食中毒事例1
9	Y群	NT ^②	食中毒事例2
10	U群	NT	食中毒事例3
11	A群	NT	ATCC29428
12	A群	NT	小児下痢症事例1
13	L群	NT	小児下痢症事例2
14	B群	NT	小児下痢症事例3
15	B群	NT	小児下痢症事例4

①UT=Untypable ②NT=Not tested

結果

当所における患者直採便の試験結果では、ボツリヌス菌および毒素は検出されず、16日採取便より *C.jejuni* D群が分離された。また、血清検査においてもボツリヌス毒素陰性、キャンピロバクター抗体、ガングリオト抗体陽性および分離株の患者血清ガングリオト抗

体吸収試験陽性であったことにより、キャンピロバクター腸炎後 GBS と診断された(表3、4、5)。

分離したキャンピロバクターの遺伝子について比較解析した結果、いずれの株とも相同性は認められなかった(図4)。また、金コロイドを用いた免疫染色では、菌体表面に陽性所見が観察された。(図5)

表3 検査結果

No.	採便日	ボツリヌス				キャンピロバクター ^②
		卵GAM ^② 48時間	血液GAM ^② 48時間	CM ^② → 血液GAM	毒素 試験 ^①	
1	10/13	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性
2	10/16	陰性	陰性	陰性	陰性	陽性

①マウス接種 24 時間観察:糞便遠心(10000rpm, 30min, 4°C)上清液、48 時間増菌液遠心(10000rpm, 30min, 4°C)上清液

②糞便遠心(10000rpm, 30min, 4°C)沈渣

表4 血清検査結果(他機関)

No.	採血日	ボツリヌス 毒素試験	カンピロバク ター抗体検査 ①	ガングリオト抗体検査 ^②	分離株のガ ングリオト抗 体吸収試験
1	10/13	陰性	6400 倍		
2	10/16	陰性	12800 倍	3+:GD3, GT1a, GQ1b 2+:GD1a, 1+:GT1b	陽性

①陽性≧3200 倍、②通常は陰性

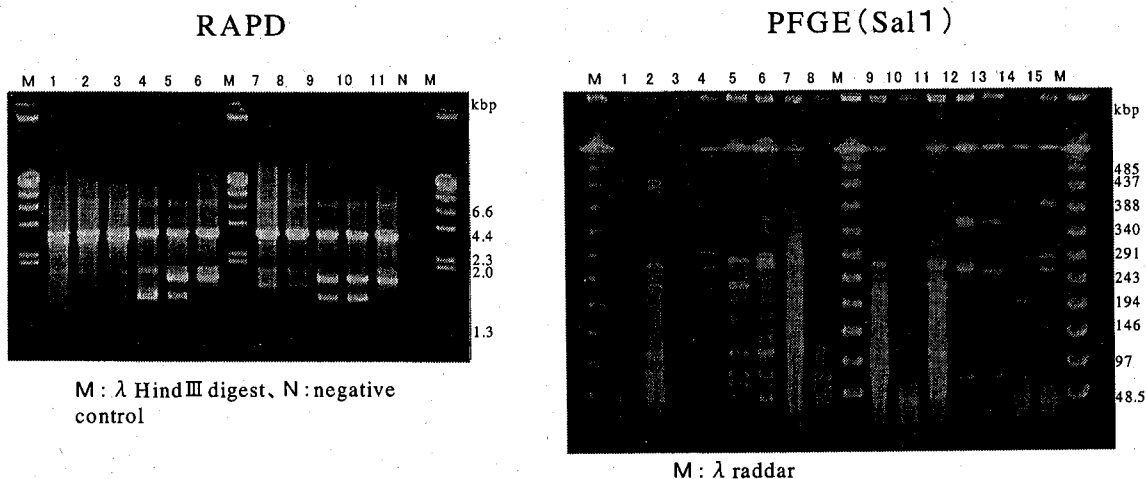
表5 *C.jejuni* 性状試験結果

試験項目	10/16 採便
発育試験(CCDA, BA) (42°C:25°C:好気)	+: - : -
オキシダーゼ:カタラーゼ	+: +
懸濁標本(運動性)	ラゼン菌(コロスクレー)
ラテックス凝集(スライド法, テンカ生研)	+
馬尿酸分解(Hwang 法)	+
ブドウ糖分解(CTA 培地)	-
薬剤感受性試験(ナルジクス酸 30 μg:セフトロキシム 30 μg)	S:R
1%グリシン発育	+
硫化水素産生(ろ紙法:TSA)	+: -
菌 種	<i>C.jejuni</i>
血清型別(PHA 法-テンカ生研:Liior 型別-熊本県保環研)	D 群: UT*

*D 群=4, 13, 16, 43, 50 型(Penner の血清型)

UT=Untypable

図4 遺伝子解析結果



Lane No.1-3: GBS isolate, 4-6: chicken, 7-15: food-borne outbreaks, 11: reference culture (ATCC29428)

図5 免疫電顕写真



Primary antibody: anti-GD3 mouse IgM

5. 考 察

今回の症例では、筋力低下や麻痺が四肢遠位部から上行性に認められる一般の GBS とは逆に、頸部・眼球から下行性に発現した経過や血中グングリオシト抗体のパターンは、GBS の亜型である

pharyngeal - cervical - brachial (PCB) weakness の重症例や Fisher's syndrome に類似していた⁵⁾。このような症例の初期においては、臨床的にボツヌス中毒や重症筋無力症との鑑別が困難で、本症例では極期の筋電図検査において軸索型

GBS が強く疑われたものの、ボツヌス中毒の可能性も考慮し、ボツヌス毒素抗血清が投与された。

今回のように左右対称性の急性進行性筋力低下が認められる場合は、ボツヌス菌・毒素のみの検査にとどまらず、キャンピロバクター腸炎後 GBS の可能性も考慮して麻痺が進行する以前に血中キャンピロバクター抗体やガングリオン抗体検査による迅速な診断を行うことが重要と思われた。また、従来から GBS 発症原因については、個々の先行感染微生物の免疫特異

性よりも患者生体側の要因が大きいものと考えられている⁶⁾が、今回分離した株についてはガングリオン様抗原特異性があるものの詳細については不明である。今後さらに実験動物による再現性試験⁷⁾や免疫学のおよび遺伝子レベルでの解析を継続し検討する必要があるものと思われる。

参 考 文 献

- 1) Yuki N, et al: Acute axonal polyneuropathy associated with anti-GM1 antibodies following Campylobacter enteritis., *Neurology*, Dec; 40(12), 1900-1902, (1990)
- 2) Yuki N, et al: A bacterium lipopolysaccharide that elicits Guillan-Barre syndrome has a GM1 ganglioside-like structure., *J Exp Med*, Nov 1; 178(5), 1771-1775, (1993)
- 3) Aspinall GO, et al: Lipopolysaccharides from Campylobacter jejuni associated with Guillan-Barre syndrome patients mimic human gangliosides in structure., *Infect Immun*, May; 62(5), 2122-2125, (1994)
- 4) Fujimoto S, et al: Restriction fragment length polymorphism analysis and random amplified polymorphic DNA analysis of Campylobacter jejuni strains isolated from patients with Guillan-Barre syndrome., *J Infect Dis*, Oct; 176(4), 1105-1108, (1997)
- 5) Chiba A, et al: Serum IgG antibody to ganglioside GQ1b is a possible marker of Miller Fisher syndrome., *Ann Neurol*, Jun 31(6): 677-679, (1992)
- 6) Ma JJ, et al: HLA and T-cell receptor gene polymorphisms in Guillan-Barre syndrome., *Neurology*, Aug 51(2), 379-384, (1998)
- 7) Ang CW, et al: Campylobacter jejuni lipopolysaccharides from Guillan-Barre syndrome patients induce IgG anti-GM1 antibodies in rabbits., *J Neuroimmunol*, May 1; 104(2), 133-138, (2000)

II 資料

長崎県における大気汚染常時測定局の測定結果 (2000年度)

釜谷剛・田中秀二・白井玄爾

Measurement of Air Pollution by Monitoring Stations in 2000

Takeshi KAMAYA, Shuji TANAKA, and Genji SHIRAI

Key words: Air pollution, Monitoring station

はじめに

本県では、1970年度から自動測定機による大気汚染の常時観測を開始し、1978年度にテレメータシステムによる集中管理体制を導入した。

1987年度には中央監視センター設置機器等の全面的な更新によりデータの処理機能を充実させ、同時に松浦監視センターの整備、北松浦地域での測定局の増設など監視体制の強化を行った。1993年11月からは、九州電力苓北発電所1号機(70万Kw、熊本県天草郡苓北町)の運転開始にともない、口之津町に九電所管局が設置され、当センターへもデータ転送が開始された。

1987年度に導入したシステムが老朽化したため、1995、1996年度の2カ年で長崎県大気汚染常時監視テレメータシステムを更新した。なお、1991年7月から、雲仙普賢岳噴火による大気汚染状況の把握を行うために設置していた雲仙北局(有明町)及び雲仙南局(布津町)を1996年4月に廃止した。長崎県は1998年4月から乾式測定装置を導入し、現在、大串局、大村局、多以良局で稼動している。長崎市は1998年3月に県庁局を廃止し、1998年4月東長崎支所局を新設した。また、小ヶ倉支所局に乾式の二酸化硫黄測定装置及び窒素酸化物測定装置を、北消防署に二酸化硫黄測定装置を、東長崎支所局に窒素酸化物測定装置を導入した。佐世保市における乾式測定装置の導入状況については、福石局及び大塔局に窒素酸化物測定装置を導入した。

2000年度の大気汚染常時監視測定局は、一般環境大気測定局(以下:一般環境局)45局、自動車排ガス測定局(以下:自排局)5局、煙源観測局7局、気象局1局、計58局となっている。本報では、2000年度の測定結果について報告する。

測定結果

項目別の有効測定局及び環境基準の長期的評価を表1に、大気汚染に係る環境基準を表2に示した。年間の測定結果は、大気環境測定局を表3-1、一般環境局(非メタン炭化水素)を表3-2に、自動車排出ガス測定局を表4-1、表4-2に、経年変化の状況は、大気環境測定局を表5-1、表5-2に、自動車排出ガス測定局を表6-1、表6-2に示した。測定結果の状況は、以下のとおりである。

1 二酸化硫黄

各測定局の年平均値は0.000~0.005ppmの範囲にあった。1時間値の日平均値では、環境基準の0.04ppmを超える測定局はなかった。

2 二酸化窒素

一般環境局の年平均値は、0.002~0.017ppmの範囲にあり、1時間値の最高値は0.021~0.123ppmの範囲であった。環境基準の長期的評価における年間の日平均値の98%値は、0.004~0.035ppmの範囲であった。

自動車排出ガス測定局5局では、年平均値は0.030~0.042ppmの範囲にあり、1時間値の最高値は0.082~0.170ppmの範囲であった。年間の日平均値の98%値では、環境基準の0.04~0.06ppmを超えた局が1局、ゾーン内の局が4局であった。

3 浮遊粒子状物質

一般環境局の年平均値は、0.016~0.046mg/m³の範囲にあり、1時間値の最高値は、0.149~1.00mg/m³の範囲にあった。環境基準の長期的評価において、日平均値が0.10mg/m³を超えた日が2日以上連続した局は14局あった。短期的評価である1時間値の最高値が0.20mg/m³を超えた局は、25局あった。

自動車排出ガスでは、2000年度から長崎駅前において測定を開始し、福石とあわせて2局で測定した結果、長崎駅前は短期的評価及び長期

的評価において環境基準を満足しなかったが、福石は短期的評価のみ満足しなかった。

4 光化学オキシダント

各測定局の1時間値の最高値は、0.062~0.116ppmの範囲にあり、全ての局においてが環境基準0.06ppmを超過した。1時間値の最高値が0.10ppm以上になった局が5局、0.08ppm以上0.10ppm未満の局が20局、0.06ppm以上0.08ppm未満の局が5局あり、環境基準を超過した日数が100日以上になった局が9局、50日以上100日未満の局が13局、50日未満の局が8局あった。

5 一酸化炭素

自動車排出ガス測定局で測定している一酸化炭素の年平均値は1.0~1.3ppmの範囲にあった。1時間値の最高値は、3.4~9.1ppmの範囲にあるが、経年的にも低濃度、横這いの傾向にあり、環境基準を超過することはなかった。

6 非メタン炭化水素

一般環境局(2局)の年平均値は0.12, 0.10ppmC, 自動車排出ガス測定局(4局)の年平均値は0.33~0.70ppmCの範囲にあった。

7 煙源観測局の測定結果

(1) 九州電力松浦発電所(1号機)

硫黄酸化物排出量及び窒素酸化物排出量は、1時間値の最高値がそれぞれ125Nm³/h, 121Nm³/hであり、環境保全協定値の221Nm³/h, 139Nm³/hを超えることはなかった。

(2) 電源開発松浦火力発電所(1, 2号機)

硫黄酸化物排出量1号, 2号機及び窒素酸化物排出量1号, 2号機は1時間の最高値がそれぞれ124Nm³/h, 113Nm³/h, 159Nm³/h, 147Nm³/hであり、環境保全協定値の305Nm³/h, 235Nm³/h, 191Nm³/h, 186Nm³/hを超えることはなかった。

(3) 電源開発松島火力発電所(1, 2号機)

1号, 2号機合計の硫黄酸化物排出量は1時間値の最高値が480Nm³/h, 1号, 2号機の窒素酸化物濃度(換算値)は日平均値の最高値が259ppm, 258ppmであり、環境保全協定値の804Nm³/h, 300ppm, 300ppmを超えることはなかった。

(4) 九州電力相浦発電所(1, 2号機)

1号, 2号機の合計の硫黄酸化物排出量は1時間値の最高値が526Nm³/h。窒素酸化物濃度(換算値)については1時間値の最高値がそれぞれ、161ppm, 142ppmであり、環境保全協定値の170ppm, 150ppmを超えることはなかった。

表1 有効測定局及び環境基準の長期的評価 (2000年度)

測定項目	環境基準の長期的評価				
	測定局数	有効局 (注1)	無効局	達成局数	非達成局数
二酸化硫黄	46	46	0	46	0 注2)
浮遊粒子状物質	47	47	0	32	15 注3)
二酸化窒素	48	48	0	47	1 注4)
オキシダント	30	30	0	0	30 注5)
一酸化炭素	5	5	0	5	0 注6)
炭化水素	6	6	0	—	—

注1) 有効局は年間測定時間が6,000時間以上に達した局数

2) 環境基準の長期的評価による日平均値が0.04ppmを超えた局数

3) 環境基準の長期的評価による日平均値が0.10mg/m³を超えた局数

4) 98%値評価による日平均値が0.06ppmを超えた局数

5) 昼間の1時間値が0.06ppmを超えた局数

6) 環境基準の長期的評価による日平均値が10ppmを超えた局数

表2 大気汚染に係る環境基準

物質	二酸化硫黄	二酸化窒素	浮遊粒子状物質 注1)	光化学オキシダント 注2)	一酸化炭素
環境上の条件	1時間値の 1日平均値が 0.04ppm以下 であり、かつ 1時間値が 0.1ppm以下で あること。	1時間値の 1日平均値が 0.04ppmから 0.06ppmのゾ ーン内又はそ れ以下である こと。	1時間値の1日 平均値が0.1mg /m ³ 以下であり、 かつ1時間値が 0.20mg/m ³ 以下 であること。	1時間値が0.06 ppm以下である こと。	1時間値の 1日平均値が 10ppm以下で あり、かつ1 時間値の8時 間平均値が 20ppm以下で あること。
環境庁告示 年月日	昭和48年 5月16日	昭和53年 7月11日	昭和48年5月8日		

注1) 浮遊粒子状物質とは、大気中に浮遊する粒子状物質であって、その粒径が10ミクロン以下のものをいう。

2) 光化学オキシダントとは、オゾン、パーオキシアセチルナイトレートその他の光化学反応により生成される酸化物質をいう。

表3-1 大気環境測定局測定結果(年間値)

市町村	測定局	用途地域	二酸化硫黄 (SO ₂)			一酸化窒素 (NO)			二酸化窒素 (NO ₂)		
			年	1時間 値の 最高値	日平均 値の2% 除外値	年	1時間 値の 最高値	日平均値 の年間 98%値	年	1時間 値の 最高値	日平均値 の年間 98%値
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
長崎市	小ヶ倉支所	工	0.004	0.070	0.007	0.007	0.099	0.019	0.015	0.123	0.028
	稲佐小学校	住	0.004	0.030	0.007	0.003	0.105	0.016	0.012	0.067	0.027
	北消防署	商	0.004	0.056	0.009	0.008	0.250	0.038	0.017	0.071	0.035
	東長崎支所	商	0.003	0.018	0.006	0.005	0.141	0.018	0.011	0.044	0.019
佐世保市	三重榎山	未	0.003	0.016	0.005	0.001	0.010	0.002	0.003	0.023	0.007
	相浦	商	0.003	0.029	0.006	0.009	0.184	0.025	0.012	0.049	0.023
	大野	商	0.004	0.042	0.007	0.010	0.153	0.024	0.012	0.060	0.024
	早岐	商	0.005	0.029	0.017	0.006	0.103	0.021	0.010	0.039	0.020
	俵ヶ浦	未	0.001	0.016	0.003	0.001	0.031	0.006	0.005	0.027	0.016
	石岳	未	0.001	0.016	0.003						
	柚木	未	0.001	0.019	0.002	0.001	0.028	0.003	0.003	0.030	0.007
島原市	大塔	商	0.004	0.029	0.007	0.010	0.184	0.039	0.017	0.056	0.027
	島原市役所	商	0.004	0.067	0.010	0.005	0.121	0.014	0.014	0.072	0.028
	諫早市役所	商	0.005	0.039	0.012	0.012	0.152	0.043	0.015	0.070	0.029
	大平村	商	0.001	0.027	0.004	0.004	0.195	0.018	0.008	0.100	0.026
大平戸市	大平戸	未	0.004	0.022	0.007	0.001	0.027	0.004	0.004	0.037	0.012
	紐差	未	0.003	0.016	0.005	0.001	0.022	0.003	0.003	0.027	0.010
	松浦志佐	住	0.002	0.018	0.005	0.002	0.045	0.005	0.006	0.043	0.013
松浦市	御厨	未	0.003	0.019	0.006	0.001	0.026	0.002	0.003	0.026	0.008
	上志佐	未	0.003	0.030	0.006	0.001	0.009	0.002	0.003	0.024	0.008
	今福	住	0.004	0.016	0.006	0.002	0.030	0.004	0.005	0.030	0.011
多良見町	多良見町役場	準工	0.004	0.046	0.009	0.008	0.242	0.039	0.014	0.072	0.027
時津町	時津小学校	住	0.002	0.016	0.004	0.005	0.180	0.030	0.011	0.056	0.026
琴海町	村松	未	0.002	0.016	0.005	0.004	0.156	0.019	0.007	0.042	0.015
西彼町	大串	未	0.000	0.009	0.001	0.002	0.047	0.006	0.005	0.026	0.011
西海町	伊佐浦	未	0.003	0.034	0.005	0.001	0.027	0.003	0.002	0.027	0.005
大島町	面高	未	0.003	0.020	0.005	0.001	0.028	0.004	0.004	0.032	0.011
	小島	未	0.003	0.028	0.005	0.001	0.016	0.003	0.003	0.027	0.008
	大瀬戸町	雪浦	未	0.002	0.020	0.004	0.001	0.111	0.004	0.003	0.070
外海町	多遠	未	0.001	0.014	0.003	0.000	0.040	0.002	0.004	0.031	0.008
	遠見岳	未	0.003	0.063	0.007	0.001	0.075	0.004	0.003	0.065	0.006
	黒崎中学校	未	0.003	0.054	0.005	0.001	0.064	0.002	0.003	0.021	0.005
	神浦	未	0.002	0.055	0.004	0.001	0.014	0.002	0.002	0.022	0.004
川棚町	川棚	住	0.003	0.031	0.005	0.003	0.059	0.010	0.007	0.037	0.015
口之津町	口之津	未	0.004	0.024	0.008	0.001	0.017	0.003	0.003	0.026	0.009
田平町	田平	未	0.002	0.023	0.005	0.001	0.026	0.003	0.004	0.039	0.011
福島町	福島	未	0.002	0.011	0.004	0.001	0.020	0.003	0.004	0.040	0.010
鷹島町	鷹島	未	0.004	0.017	0.007	0.001	0.015	0.003	0.004	0.033	0.011
江迎町	江迎	未	0.003	0.022	0.006	0.002	0.033	0.003	0.003	0.024	0.008
鹿町町	鹿町	未	0.004	0.022	0.007	0.001	0.032	0.002	0.003	0.030	0.008
小佐々町	佐々	未	0.001	0.013	0.002	0.002	0.077	0.011	0.005	0.032	0.011
佐々町	小羽須	未	0.003	0.024	0.007	0.004	0.107	0.014	0.008	0.042	0.017
吉井町	木吉	未	0.003	0.048	0.007						
	井	未	0.002	0.020	0.005	0.002	0.058	0.008	0.006	0.035	0.012
世知原町	世知原	未	0.003	0.038	0.007	0.002	0.052	0.004	0.004	0.033	0.008

窒素酸化物 (NO+NO ₂)				浮遊粒子状物質 (SPM)			オキシダント			設置主体
年 平均値	1時間 値の 最高値	日平均値 の年間 98%値	年平均値 NO ₂ NO+NO ₂	年 平均値	1時間 値の 最高値	日平均 値の2% 除外値	昼間の1時間値			
							基準超 過日数	最高値	最高値 年平均	
ppm	ppm	ppm	%	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	日	ppm	ppm	ppm
0.023	0.154	0.045	68.3	0.046	0.184	0.081	44	0.087	0.042	長崎市
0.015	0.151	0.042	77.5	0.028	0.158	0.058	80	0.094	0.046	"
0.025	0.295	0.066	68.8	0.024	0.149	0.060	25	0.073	0.036	"
0.016	0.176	0.037	68.8	0.032	0.188	0.063	82	0.088	0.046	"
0.004	0.031	0.009	75.3	0.033	0.218	0.089				電源開発松島
0.021	0.230	0.046	57.7	0.023	0.310	0.051	12	0.072	0.035	佐世保市
0.022	0.182	0.046	55.1	0.024	0.154	0.053	44	0.076	0.041	"
0.017	0.140	0.040	62.5	0.029	0.295	0.058	19	0.081	0.035	"
0.006	0.047	0.021	87.0	0.026	0.171	0.065	68	0.086	0.046	九州電力相浦
				0.028	0.253	0.071	69	0.086	0.047	"
0.005	0.052	0.009	72.4	0.025	0.502	0.071	74	0.094	0.047	"
0.027	0.233	0.064	62.9	0.033	1.000	0.076	22	0.072	0.038	"
0.019	0.171	0.039	75.1	0.035	0.244	0.077				県
0.027	0.222	0.072	55.0	0.030	0.247	0.070	19	0.085	0.034	"
0.012	0.243	0.036	65.2	0.022	0.346	0.055	100	0.095	0.049	"
0.005	0.049	0.014	74.7	0.027	0.192	0.074				九州電力松浦
0.005	0.041	0.012	74.1	0.023	0.181	0.063	115	0.102	0.052	"
0.008	0.070	0.018	74.8	0.024	0.165	0.057	119	0.107	0.053	県
0.004	0.044	0.011	73.5	0.024	0.194	0.068				九州電力松浦
0.004	0.028	0.009	72.9	0.024	0.193	0.063	100	0.092	0.050	"
0.006	0.058	0.015	74.4	0.026	0.198	0.070				"
0.022	0.290	0.066	62.2	0.030	0.339	0.070				県
0.016	0.211	0.053	67.3	0.028	0.647	0.066				"
0.011	0.187	0.033	66.2	0.031	0.284	0.065	57	0.086	0.043	"
0.008	0.064	0.017	69.5	0.024	0.554	0.058	85	0.083	0.048	"
0.003	0.046	0.007	75.4	0.023	0.237	0.053	109	0.098	0.052	電源開発松島
0.006	0.051	0.013	76.4	0.030	0.189	0.067	91	0.097	0.051	"
0.004	0.043	0.011	77.0	0.028	0.222	0.069				"
0.004	0.137	0.008	65.4	0.027	0.237	0.066	140	0.096	0.054	県
0.004	0.071	0.009	88.0	0.027	0.313	0.070	125	0.098	0.054	"
0.004	0.137	0.008	73.8	0.025	0.204	0.067				電源開発松島
0.004	0.076	0.007	75.1	0.026	0.179	0.058	140	0.102	0.056	"
0.003	0.030	0.006	73.8	0.026	0.342	0.069				"
0.011	0.084	0.025	68.8	0.028	0.213	0.067	62	0.116	0.036	県
0.004	0.029	0.011	78.9	0.031	0.201	0.067				九州電力茶北
0.005	0.052	0.013	73.2	0.025	0.223	0.059	79	0.091	0.049	県
0.005	0.046	0.013	73.0	0.016	0.170	0.058	75	0.100	0.048	"
0.006	0.039	0.014	74.9	0.027	0.196	0.072				九州電力松浦
0.005	0.051	0.011	68.1	0.023	0.176	0.058				"
0.004	0.062	0.010	74.4	0.025	0.193	0.068	117	0.093	0.052	"
0.007	0.097	0.021	67.5	0.022	0.215	0.054	67	0.089	0.046	九州電力相浦
0.012	0.133	0.029	70.0	0.019	0.465	0.058	2	0.062	0.033	県
				0.025	0.186	0.068				九州電力相浦
0.008	0.084	0.019	72.4	0.021	0.174	0.056	79	0.083	0.048	県
0.006	0.083	0.012	71.3	0.024	0.225	0.072				九州電力相浦

表 3-2 一般環境大気測定局測定結果 (2000年度)

市 町	測定局名	用途地域	非メタン炭化水素 (N-CH4)	
			年平均値	最低値
			(ppmC)	(ppmC)
琴海町	村松	未	0.12	0.03
松浦市	松浦志佐	住	0.10	0.01

表 4-1 自動車排出ガス測定局測定結果 (2000年度)

市 町	測定局名	用途地域	一酸化窒素 (NO)		二酸化窒素 (NO2)		窒素酸化物 (NO+NO2)		一酸化炭素 (CO)		非メタン炭化水素 (N-CH4)							
			年平均値	1時間値の最高値	年平均値	1時間値の最高値	年平均値	1時間値の最高値	年平均値	1時間値の最高値	年平均値	6~9時3時間平均値	最高値	最低値				
			(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppmC)	(ppmC)	(ppmC)			
長崎市	長崎駅前	商	0.072	0.500	0.042	0.127	0.065	0.627	0.214	0.627	0.113	0.627	0.214	0.627	2.0	3.66	0.01	0.41
	中央橋	商	0.040	0.195	0.034	0.170	0.051	0.264	0.119	0.264	0.074	0.264	0.119	0.264	1.5	1.34	0.03	0.41
佐世保市	長崎市役所	商	0.075	0.499	0.035	0.113	0.053	0.590	0.206	0.590	0.110	0.590	0.206	0.590	2.4	1.97	0.15	0.33
	福石	商	0.040	0.206	0.031	0.082	0.045	0.279	0.101	0.279	0.071	0.279	0.101	0.279	1.3	2.02	0.05	0.70
	日宇	商	0.076	0.543	0.030	0.084	0.047	0.605	0.191	0.605	0.106	0.605	0.191	0.605	1.8	0.80	0.05	0.70

表 4-2 自動車排出ガス測定局測定結果 (2000年度)

市 町	測定局名	用途地域	浮遊粒子状物質 (SPM)		
			年平均値	1時間値の最高値	日平均値の2%除外値
			mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
長崎市	長崎駅前	商	0.047	0.219	0.084
佐世保市	福石	商	0.028	0.293	0.058

表5-1 大気環境測定局経年変化

市町村	測定局	用途 地域	二酸化硫黄 (SO2)					二酸化窒素 (NO2)					浮遊粒子状物質 (SPM)				
			1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度
長崎市	小ヶ倉支所	工	0.005	0.004	0.003	0.002	0.004	0.016	0.018	0.017	0.017	0.015	0.036	0.032	0.035	0.031	0.046
	稲佐小学校	住	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.011	0.013	0.011	0.012	0.012	0.040	0.036	0.037	0.036	0.028
	北消防署	商	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.017	0.020	0.018	0.016	0.017	0.032	0.031	0.029	0.023	0.024
	東長崎支所	商	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.030	0.030	0.029	0.027	0.033
	三重ヶ山	未	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.013	0.013	0.013	0.011	0.012	0.026	0.024	0.024	0.018	0.023
佐世保市	相大	商	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.012	0.012	0.012	0.012	0.026	0.024	0.024	0.020	0.024	
	早岐	商	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.014	0.014	0.013	0.010	0.030	0.026	0.025	0.025	0.029	
	俣ヶ	未	0.004	0.004	0.003	0.002	0.001	0.004	0.004	0.004	0.005	0.025	0.024	0.025	0.023	0.026	
	石岳	未	0.004	0.004	0.003	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.027	0.025	0.025	0.024	0.028	
	柚木	未	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.023	0.022	0.022	0.020	0.025	
島原市	大	商	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.012	0.012	0.015	0.014	0.036	0.037	0.035	0.031	0.035	
	島原市役所	商	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015	0.014	0.017	0.018	0.014	0.035	0.032	0.034	0.030	
	諫早市役所	商	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.010	0.009	0.011	0.010	0.008	0.032	0.029	0.030	0.022	
	大村市	商	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.029	0.029	0.029	0.028	
	平戸市	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.028	0.028	0.027	0.025	
松浦市	紐	未	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.007	0.005	0.004	0.005	0.020	0.025	0.026	0.026	0.024	
	松浦志	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.028	0.026	0.026	0.025	0.024	
	御上	未	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.030	0.028	0.028	0.025	0.024	
	今福	未	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.013	0.012	0.014	0.015	0.034	0.030	0.032	0.028	0.030	
	多良見野球場	準工	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.012	0.010	0.011	0.011	0.014	0.020	0.020	0.019	0.024	
時津町	時津小学校	住	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.007	0.008	0.007	0.007	0.029	0.028	0.029	0.029	0.031	
	琴海町	未	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.007	0.005	0.005	0.008	0.037	0.023	0.022	0.020	0.024	
	西彼町	未	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.007	0.005	0.005	0.006	0.005	0.023	0.023	0.022	0.020	
	西海町	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.024	0.026	0.022	0.022	
	大島町	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.025	0.023	0.025	0.026	
大瀬戸町	雪浦	未	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.003	0.029	0.029	0.029	0.026	0.028	
	多良見	未	0.004	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.004	0.003	0.003	0.023	0.025	0.025	0.025	0.027	
	遠見	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.004	0.024	0.025	0.026	0.026	0.027	
	黒崎中学校	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.024	0.024	0.025	0.022	0.025	
	神川	未	0.004	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.025	0.026	0.026	0.022	0.026	
川棚町	川棚	住	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.026	0.026	0.026	0.023	0.026	
	口之津	未	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.006	0.006	0.008	0.007	0.028	0.024	0.021	0.022	0.028	
	津	未	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.031	0.032	0.032	0.028	0.031	

表5-2 一般環境大気測定局経年変化

市町村	測定局	用途地域	非メタン炭化水素 (N-CH4)												測定方法			
			年平均値 (ppmC)						6~9時3時間平均値 (ppmC)									
			1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度						
田平町	田平町	未	0.004	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.018	0.016	0.019	0.025
福島町	福島町	未	0.004	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.019	0.023	0.012	0.016
鷹島町	鷹島町	未	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.030	0.029	0.029	0.027
江迎町	江迎町	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.026	0.027	0.026	0.023
鹿町	鹿町	未	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.026	0.026	0.024	0.025
小佐々町	小佐々町	未	0.004	0.003	0.002	0.001	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.025	0.024	0.024	0.022
佐々町	羽須和	未	0.004	0.002	0.003	0.003	0.010	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.018	0.022	0.019	0.019	
吉井町	木場	未	0.004	0.003	0.004	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.028	0.026	0.024	0.025	
吉井町	井原	未	0.004	0.002	0.002	0.002	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.020	0.020	0.021	0.021	
世知原町	世知原	未	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.026	0.026	0.023	0.024	

直：直接法測定方式

表6-1 自動車排出ガス測定局経年変化

市町村	測定局	用途地域	二酸化窒素 (NO2)												一酸化炭素 (CO)							
			年平均値						年平均値の年間98%値						年平均値			年平均値				
			1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度
長崎市	長崎駅前	商	0.024	0.041	0.043	0.041	0.042	0.043	0.043	0.043	0.043	0.046	0.070	0.065	0.065	0.065	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1
	中央橋	商	0.035	0.035	0.034	0.033	0.034	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.049	0.051	0.051	0.051	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
	長崎市役所	商	0.036	0.040	0.039	0.032	0.035	0.053	0.053	0.053	0.061	0.062	0.057	0.053	0.053	0.053	1.6	1.5	1.5	1.3	1.3	1.3
佐世保市	福石	商	0.038	0.034	0.040	0.032	0.031	0.059	0.059	0.059	0.054	0.057	0.048	0.045	0.045	0.045	1.8	1.6	1.3	1.2	1.2	1.0
	日字	商	0.035	0.033	0.033	0.037	0.030	0.055	0.055	0.055	0.054	0.053	0.058	0.047	0.047	0.047	1.7	1.5	1.5	1.4	1.4	1.2

表6-2 自動車排出ガス測定局経年変化

市町村	測定局	用途地域	非メタン炭化水素 (N-CH4)												測定方法
			年平均値 (ppmC)						6~9時3時間平均値 (ppmC)						
			1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度			
長崎市	長崎駅前	商	0.39	0.41	0.42	0.40	0.41	0.45	0.52	0.55	0.54	0.53	直		
	長崎市役所	商	0.36	0.44	0.52	0.51	0.41	0.44	0.55	0.64	0.68	0.53	直		
佐世保市	福石	商	0.37	0.27	0.37	0.33	0.33	0.40	0.37	0.42	0.46	0.42	直		
	日字	商	0.35	0.33	0.31	0.26	0.70	0.48	0.44	0.41	0.35	0.80	直		

直：直接法測定方式

長崎県における有害大気汚染物質モニタリング(2000年度)

豊坂元子

The Monitoring of Hazardous Air Pollutants in Nagasaki Prefecture (2000)

Motoko TOYOSAKA

Key Word:hazardous air pollutants,monitaring

キーワード:有害大気汚染, モニタリング

はじめに

平成8年5月に大気汚染防止法が改正され、同法第18条23項に大気中の濃度が低濃度であっても長期曝露による健康影響が懸念される有害大気汚染物質について、大気汚染状況を把握するための調査の実施が規定された。そこで、平成9年度から有害大気汚染物質モニタリング指針(平成9年2月12日付環大規第26号環境庁大気保全局長通知)に基づき、一般環境、道路沿道の各1地点において、揮発性有機化合物の9物質についてモニタリングを実施した。

測定地点の概要

一般環境：第1種低層住居専用地域。

道路沿道：片側1車線の国道に緑地帯を隔てて面した地域。平日24時間交通量は20,340台(平成9年度調査結果)

測定方法

環境庁が示した有害大気汚染物質測定方法マニュアルに準拠して測定を実施した。

1 測定地点及び対象物質

測定地点及び対象物質は表1に示すとおりである。

表1 測定地点及び対象項目

対象物質	地点名	
	西諫早観測所	国道34号山川町 諫早市交通公署監視局
地域区分	所在地	
	諫早市馬渡町13	諫早市山川町204-3地先
	一般環境	沿道
アクリロトリル	○	*
塩化ビニルモノマー	○	*
クロホルム	○	*
1,2-ジクロロエタン	○	*
ジクロロメタン	○	*
テトラクロロエチレン	○	*
トリクロロエチレン	○	*
1,3-ブタジエン	○	○
ベンゼン	○	○

○：県の測定対象物質 *：自主測定の対象物質

2 測定頻度

平成12年4月から平成13年3月まで毎月1回実施した。

3 試料採取方法

あらかじめ減圧(13Pa以下)にした内面が不活性化処理(フェーズドシリカ薄層コーティング)されたステンレス容器(キャニスター)に減圧採取装置を取り付け、採取流量を約3ml/minに設定して24時間採取した。

4 分析方法

減圧採取した試料は、できるだけ速やかに加温ゼロガスで200kPa程度まで加圧した後、GC-MS(QP5050、島津製作所製)で分析した。

測定結果

平成12年度の揮発性有機化合物9物質の調査結果を表2に示す。

1 ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及びジクロロメタン

ベンゼンについては、一般環境の西諫早観測所及び沿道の国道34号山川町の年平均値は、共に昨年同様環境基準の $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であったが、図1に示すとおり両地点とも12月、1月には環境基準を超えていた。全国年平均と比較すると一般環境では1割程度低く、沿道では若干高い値であった。また、同地点の前年度値と比較すると1~2割程度高くなっており、一般環境と沿道との地点別比較では、沿道が1割強高かった。

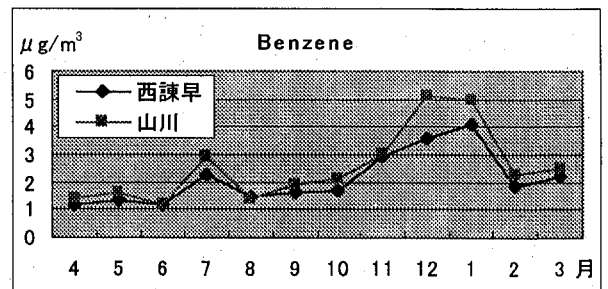


図1 ベンゼンの月変化

トリクロロエチレンについては、一般環境及び

沿道ともに環境基準の $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下で、昨年同様全国年平均の約 $1/6$ の低い値であった。同地点の前年度値と比較すると両地点とも今年度が $1.5 \sim 1.8$ 倍高かった。また、地点別の比較では一般環境が沿道より 1 割高い値であった。

テトラクロロエチレンについては、トリクロロエチレンと同様にいずれの地点ともに環境基準の $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であり、全国年平均の約 $1/6$ で、同地点の前年度値と比較すると約 3 割高い値であった。また、地点別比較では沿道が一般環境より若干高かった。

ジクロロメタンについては、一般環境及び沿道共に環境基準の $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (年平均値) 以下で、全国年平均の約 $1/6$ で、同地点の前年度値と比較すると約 $2 \sim 3$ 割低い値であった。また、地点別比較では一般環境が沿道より 1 割高かった。

2 その他の揮発性有機化合物

自動車排出ガス中に含まれる有害大気汚染物質の一つである 1,3-ブタジエンについては、一般環境では全国年平均より低い値であり、同地点の前年度値と同じ値であった。一方、沿道では全国年平均の約 1.3 倍、同地点の前年度値の約 1.2 倍であった。地点別の比較では、図 2 に示すとおり沿道が一般環境より約 1.5 倍高く、ベンゼンと同様に 12 月、1 月に高い値を示した。また、図 3 に示すようにベンゼンと 1,3-ブタジエンは高い相関

のあることが認められた。

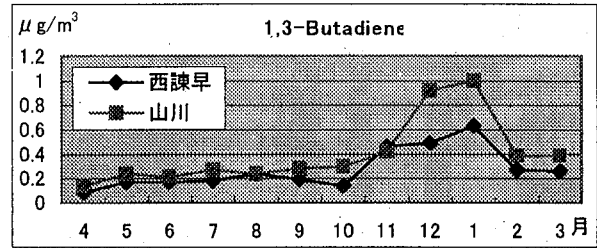


図 2 1,3-ブタジエンの月変化

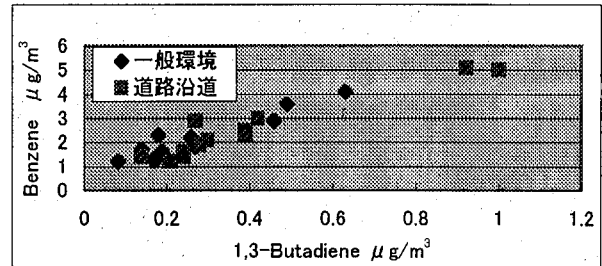


図 3 ベンゼンと 1,3-ブタジエンの相関

アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー等 4 物質は、いずれも全国年平均より約 $1/5 \sim 1/2$ の低い値であったが、同地点における前年度値より高い傾向が見られた。地点別の比較では、一般環境が沿道より若干高くなっていた。

表 2 平成 12 年度揮発性有機化合物調査結果

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

対象物質	西諫早観測所			国道 34 号山川町			全国調査地点※		
	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大
アクリロニトリル	0.032	<0.03	0.056	0.032	<0.03	0.055	0.15	0.0047	2.2
塩化ビニルモノマー	0.094	<0.03	0.43	0.092	<0.03	0.44	0.16	0.0022	12
クロロホルム	0.18	0.096	0.29	0.13	0.078	0.20	0.35	0.019	4.7
1,2-ジクロロエタン	0.089	<0.03	0.25	0.079	<0.03	0.19	0.19	0.0075	2.7
ジクロロメタン	0.55	<0.30	0.98	0.49	<0.30	1.1	3.1	0.092	17
テトラクロロエチレン	(0.11)	<0.21	<0.21	(0.13)	<0.21	0.32	0.66	0.018	5.8
トリクロロエチレン	0.21	<0.18	0.97	0.19	<0.18	0.30	1.2	0.0039	15
1,3-ブタジエン	0.27	0.083	0.63	0.40	0.14	1.0	0.32	0.0039	2.3
ベンゼン	2.1	1.2	4.1	2.5	1.2	5.1	2.4	0.46	7.8

(注) 括弧書きの数値については、平均値の算出結果が定量下限値未満の値であったことを示す。

※ 平成 12 年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果(環境庁大気保全局)

長崎県における酸性雨調査 (2000 年度)

釜谷 剛・竹野 大志・田中 秀二

Acidity and Ion Concentrations in Rain Water (2000)

Takeshi KAMAYA, Taiji TAKENO and Shuuji TANAKA

Key word: acid rain, pH, sulfate

キーワード: 酸性雨, pH, 硫酸塩

はじめに

化石燃料の燃焼により大気中に排出された硫黄酸化物や窒素酸化物は直接大気汚染の原因となるばかりでなく、それらの一部は大気中で硫酸及び硝酸等の二次生成物質に酸化される。これらの二次生成物質(ガス, エアロゾル)は雨滴生成途中で核として補足されるレインアウトや雲底下で降水に補足されるウォッシュアウト等により降水に取り込まれ、酸性雨の原因となっている。

このような酸性雨問題に対処するため、長崎県においては昭和58年度から長崎市式見及び旧大村保健所で酸性雨調査を開始した^{1)~5)}。平成9年度からは旧大村保健所の測定点は、諫早市に設置されている県央保健所に移動して調査を継続している。

また、環境省の委託を受けて離島の国設対馬酸性雨測定所及び国設五島酸性雨測定所においても酸性雨調査を実施している。

本報告では、長崎県が実施した長崎市式見及び県央保健所における平成12年度の調査結果について報告する。

調査地点の概要

県内の酸性雨調査地点を図1に示す。各調査地点の概要は以下に示すとおりである。

(1) 長崎市式見

長崎市の中心部から北西の郊外に位置し、周囲は山林及び田園地帯であり、測定地点の北東約3km及び南東約4kmには住宅地が存在する。Na⁺やCl⁻等の海塩粒子濃度の大きな要素となる海岸までの距離は西方約1kmである。

(2) 県央保健所

平成10年1月から測定を開始した。諫早市中心部の北方に位置し、調査地点の西側は住宅地が広

がっている。東側は12時間交通量が約13,000台である国道34号線を経て田園地帯となっている。

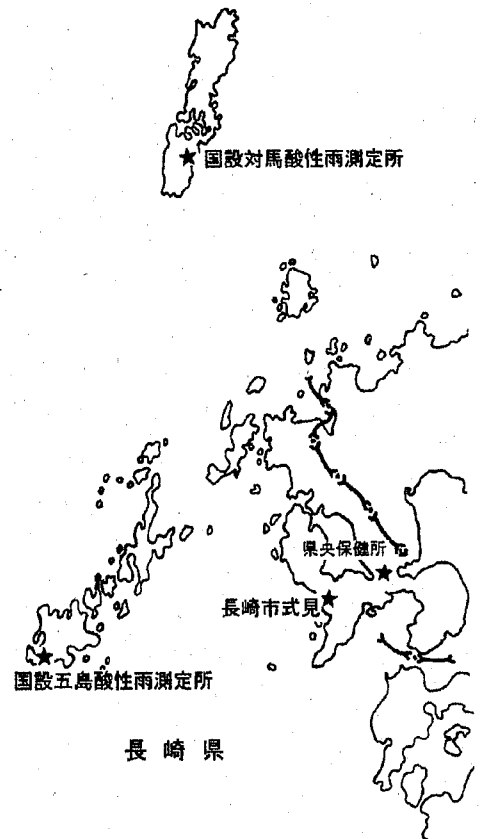


図1 酸性雨測定地点

調査方法

雨水の採取は小笠原計器(株)製US-400をベースとして、10検体の一降雨試料が連続して採取できるように改造した採取器により実施した。測定項目は貯水量、pH、電気伝導率、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺、Na⁺の11項目であり、測定方法及び検出下限値等は表1に示すとおりである。なお、降水量は貯水量から計算した。

調査結果

pH及び各イオン濃度の平均値は、貯水量により重み付けを行って計算した。

(1) pH 出現頻度

pH の出現頻度及び酸性雨出現率を表 2 に示す。式見における平成 2 年度から 11 年度までの酸性雨出現率は 93.8% であるが、平成 12 年度は式見及び県央保健所とも 80% を下回っていた。これは、例年になく黄砂が多く飛来したため、降水が中和され酸性雨出現頻度が低くなったものと考えられる。例年、黄砂観測日は年間 10 日程度以内であるのに対し、12 年度は 19 日間も観測されている。

pH の年平均値は式見 4.86、県央保健所 4.96 であり、式見における平成 2 年度から 11 年度までの平均値(以下、「10 年間平均値」と呼ぶ。)4.75 に比較し高めの値であった。

(2) pH 月変化

pH の月変化を図 2 に示す。pH の 10 年間平均値は夏季に高く、冬季に低い傾向を示しているが、平成 12 年度は黄砂により、2 月及び 3 月の pH が高くなっていた。

(3) イオン成分濃度

表 3 にイオン成分年平均値を示す。年降水量は式見 1,576mm に対して、県央保健所は 2,050mm と約 500mm の差があるが、これは県央において 6 月及び 8 月に豪雨があったため、降水量に差が生じたものである。

イオン成分濃度をみると、県央保健所に比較し式見は海岸に近いので、Cl⁻及び Na⁺が高い結果となっている。また、SO₄²⁻、NO₃⁻及び NH₄⁺は式見よりも県央保健所が高い値を示した。

式見における H12 年度測定結果と 10 年間平均値とを比較すると、H12 年度は黄砂の影響を受けて Ca²⁺濃度が約 1.7 倍高くなっている。

次に、Na⁺のすべてが海塩由来であると仮定して、海水中の濃度比を用いて nss-SO₄²⁻、及び nss-Ca²⁺を計算し、SO₄²⁻及び Ca²⁺に占める非海塩性成分の割合を求めると各々、式見 82%、88%、県央保健所 89%、94% であり、SO₄²⁻及び Ca²⁺のほとんどが海塩以外に由来していると推定された。

表 4 に月平均イオン成分濃度を示す。表 4 に示した項目のうち、人為汚染の指標とされている nss-SO₄²⁻の月変化を図 3 に示す。nss-SO₄²⁻濃度は夏季に低く、冬季に高い傾向がみられることから、汚染度が低い小笠原気団に覆われる夏季は nss-SO₄²⁻濃度が低く、大陸の影響を受ける冬季は nss-SO₄²⁻濃度が高くなるものと考えられる。

(4) イオン成分沈着量

表 1 分析方法及び検出下限値

項目	分析方法	検出下限値	定量下限値
pH	ガラス電極法	0.01 (測定限界)	
EC	導電率計による方法	0.01 μs/cm	
SO ₄ ²⁻	イオンクロマトグラフ法	0.017 μg/ml	0.055 μg/ml
NO ₃ ⁻	"	0.010 μg/ml	0.034 μg/ml
Cl ⁻	"	0.003 μg/ml	0.008 μg/ml
NH ₄ ⁺	"	0.015 μg/ml	0.05 μg/ml
Na ⁺	"	0.009 μg/ml	0.03 μg/ml
K ⁺	"	0.006 μg/ml	0.02 μg/ml
Ca ²⁺	"	0.023 μg/ml	0.08 μg/ml
Mg ²⁺	"	0.002 μg/ml	0.005 μg/ml

表 2 pH 出現頻度及び酸性雨出現率

pH 階級	式見		県央保健所
	H2~H11	H12	H12
2.99	0	0	0
3.59	3	1	0
3.99	35	0	1
4.59	286	27	15
4.99	199	21	24
5.6	155	24	26
5.99	26	4	4
6.59	14	4	11
6.99	5	6	8
7~	0	5	4
サンプル計	723	92	93
酸性雨出現率(%)	93.8	79.3	71.0
pH < 4.0 (%)	5.3	1.1	1.1
最低 pH	3.48	3.44	3.96
最大 pH	6.97	7.51	7.16
平均 pH	4.75	4.86	4.96

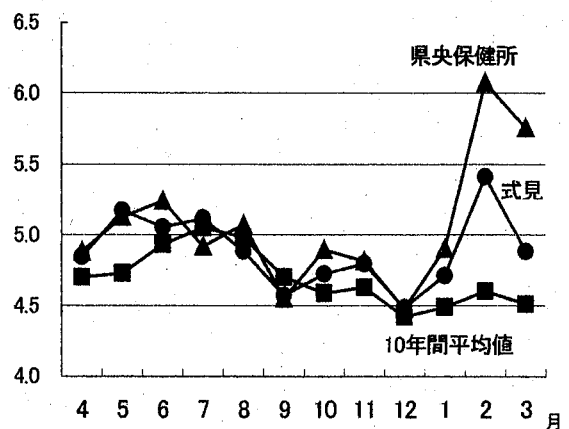


図 2 pH の月変化

表5にイオン成分沈着量を示す。式見の沈着量は海塩粒子の影響を受け Cl^- が最も多く、次いで SO_4^{2-} , Na^+ の順であったが、県央保健所では SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ の順となっていた。

式見及び県央保健所における H^+ 沈着量は 21.6 及び $22.4\text{mg}/\text{m}^2/\text{年}$ あり、全国平均値⁶⁾ である $23.7\text{mg}/\text{m}^2/\text{年}$ と大差なかった。

表6に月別イオン成分降下量を示す。

まとめ

- (1) 酸性雨の出現頻度は例年、約 90% 以上であるが、平成 12 年度は黄砂の影響により、出現頻度が 80% 以下に低下した。
- (2) pH の平均値は長崎市式見 4.86, 県央保健所 4.96 であり、県央保健所が高かった。
- (3) 黄砂の影響を受け、2月及び3月に pH が高い降水が見られた。
- (4) トータル SO_4^{2-} 濃度の 80% 以上が海塩以外の発生源に起因するものであった。

参考文献

- 1) 吉村 賢一郎, 他: 酸性雨調査 (第1報), 長崎県衛生公害研究所報, 25, 91~96 (1983)
- 2) 吉村 賢一郎, 他: 酸性雨調査 (第2報), 長崎県衛生公害研究所報, 26, 130~134 (1984)
- 3) 吉村 賢一郎, 他: 酸性雨調査 (第3報), 長崎県衛生公害研究所報, 27, 29~36 (1985)
- 4) 吉村 賢一郎, 他: 酸性雨調査 (第4報), 長崎県衛生公害研究所報, 28, 15~24 (1986)
- 5) 釜谷 剛, 他: 長崎県における酸性雨調査 (1999 年度), 長崎県衛生公害研究所報, 45, 37~39 (1999)
- 6) 環境庁酸性雨対策検討会: 第3次酸性雨対策調査とりまとめ, 88, (1999)

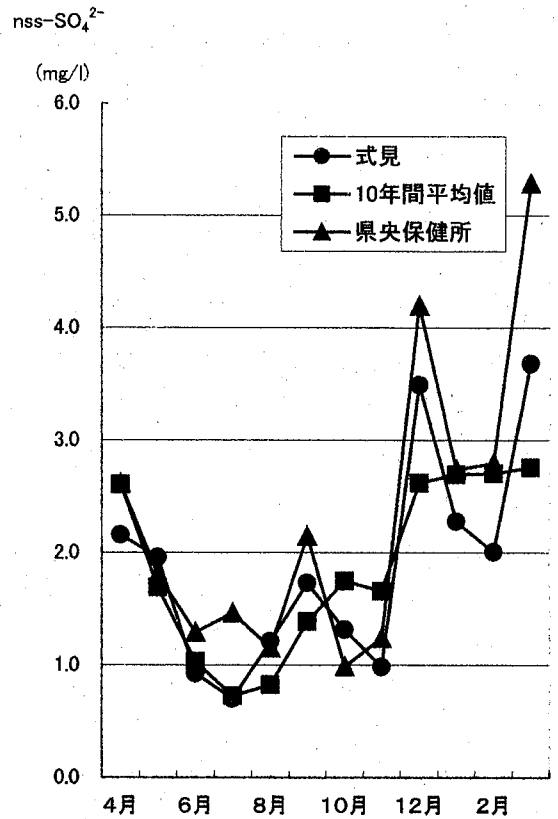


図3 nss-SO₄²⁻濃度の月変化

表3 イオン成分年平均値

調査地点	年度	年降水量 (mm)	pH	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻ (a)	nss-SO ₄ ²⁻ (b)	b/a*100 (%)	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺ (c)	nss-Ca ²⁺ (d)	d/c*100 (%)
式見	H12	1576	4.86	2.1	0.76	1.8	1.5	82	0.014	1.3	0.24	0.38	0.33	88
	10年間平均値	1776	4.75	2.3	0.73	1.9	1.5	79	0.018	1.3	0.30	0.22	0.17	77
県央保健所	H12	2050	4.96	1.5	0.94	2.0	1.8	89	0.011	0.9	0.38	0.50	0.46	94

表4 イオン成分月平均値

調査地点	項目	単位: mg/l												年平均値	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
式見	Cl ⁻	1.14	0.58	0.51	2.90	2.46	3.38	0.59	1.70	1.35	6.99	1.40	8.55	2.09	
	NO ₃ ⁻	1.06	1.11	0.63	0.35	1.06	0.97	0.35	0.42	1.33	0.91	0.89	1.52	0.76	
	SO ₄ ²⁻	2.33	2.06	0.99	1.15	1.59	2.24	1.42	1.24	3.67	3.30	2.22	4.91	1.79	
	nss-SO ₄ ²⁻	2.16	1.96	0.92	0.70	1.21	1.73	1.31	0.98	3.49	2.28	2.00	3.68	1.48	
	H ⁺	0.014	0.007	0.009	0.008	0.013	0.025	0.019	0.016	0.033	0.019	0.004	0.013	0.014	
	Na ⁺	0.68	0.40	0.27	1.77	1.51	2.03	0.42	1.01	0.73	4.09	0.86	4.91	1.26	
	NH ₄ ⁺	0.27	0.38	0.32	0.17	0.34	0.22	0.13	0.07	0.26	0.14	0.22	0.43	0.24	
	Ca ²⁺	0.84	0.90	0.11	0.12	0.14	0.20	0.05	0.15	0.79	1.12	0.99	1.28	0.38	
	nss-Ca ²⁺	0.81	0.88	0.10	0.05	0.08	0.12	0.04	0.12	0.76	0.96	0.96	1.10	0.33	
	月降水量(mm)	91	134	257	195	181	161	207	99	32	100	88	31	1576	
	県央保健所	Cl ⁻	1.17	0.45	0.32	1.92	1.51	2.55	0.53	1.37	2.60	4.15	1.54	4.27	1.46
		NO ₃ ⁻	1.08	1.05	0.66	0.91	0.96	1.00	0.42	0.57	2.04	1.21	1.36	2.53	0.94
		SO ₄ ²⁻	2.75	1.87	1.33	1.78	1.38	2.53	1.07	1.42	4.55	3.36	3.01	5.90	2.02
		nss-SO ₄ ²⁻	2.61	1.81	1.29	1.46	1.15	2.15	0.98	1.24	4.20	2.74	2.80	5.29	1.81
H ⁺		0.013	0.008	0.006	0.012	0.008	0.028	0.013	0.015	0.033	0.013	0.001	0.002	0.011	
Na ⁺		0.55	0.25	0.17	1.28	0.90	1.52	0.33	0.71	1.40	2.49	0.87	2.44	0.85	
NH ₄ ⁺		0.49	0.45	0.34	0.29	0.36	0.36	0.16	0.22	0.78	0.49	0.51	1.08	0.38	
Ca ²⁺		0.72	0.65	0.37	0.30	0.18	0.18	0.09	0.12	0.71	1.05	1.87	1.92	0.50	
nss-Ca ²⁺		0.70	0.64	0.36	0.25	0.14	0.12	0.08	0.09	0.66	0.96	1.84	1.83	0.46	
月降水量(mm)		98	156	396	107	339	165	321	102	37	137	95	98	2050	

表 5 年沈着量 単位:mg/m²/年

調査地点	年度	年降水量 (mm)	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	nss-Ca ²⁺
式見	H12	1576	3289	1198	2828	2332	21.6	1979	375	594	520
	10年間平均値	1776	4049	1289	3301	2731	31.3	2266	525	387	305
県央保健所	H12	2050	2989	1928	4146	3708	22.4	1748	789	1018	952

表 6 月沈着量 単位:mg/m²/月

調査地点	項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年沈着量
式見	Cl ⁻	104	78	130	567	445	543	121	168	44	697	123	269	3289
	NO ₃ ⁻	97	150	161	69	192	156	72	42	43	91	78	48	1198
	SO ₄ ²⁻	211	277	255	224	288	359	294	122	119	330	194	155	2828
	nss-SO ₄ ²⁻	196	263	237	137	219	278	273	97	113	227	176	116	2332
	H ⁺	1.30	0.91	2.26	1.49	2.37	4.07	3.91	1.59	1.05	1.94	0.34	0.42	22
	Na ⁺	62	54	70	346	274	326	86	100	24	408	75	154	1979
	NH ₄ ⁺	24	51	81	33	61	35	27	7	9	14	19	13	375
	Ca ²⁺	76	121	29	22	25	31	11	15	25	111	87	40	594
	nss-Ca ²⁺	74	119	26	10	15	19	8	11	25	96	84	34	520
	月降水量(mm)	91	134	257	195	181	170	161	207	99	32	100	88	31
県央保健所	Cl ⁻	115	70	127	206	510	420	170	140	95	569	146	421	2989
	NO ₃ ⁻	106	164	261	98	324	165	134	58	75	166	129	250	1928
	SO ₄ ²⁻	271	292	528	191	467	416	343	144	167	461	286	581	4146
	nss-SO ₄ ²⁻	257	282	511	157	391	354	316	126	154	375	265	521	3708
	H ⁺	1.29	1.17	2.28	1.30	2.88	4.66	4.10	1.56	1.21	1.72	0.08	0.17	22
	Na ⁺	54	39	69	137	304	250	106	73	51	342	83	241	1748
	NH ₄ ⁺	48	70	136	31	122	59	51	22	29	68	49	106	789
	Ca ²⁺	71	101	146	32	60	30	28	12	26	144	177	189	1018
	nss-Ca ²⁺	69	100	144	27	49	20	24	9	24	132	174	180	952
	月降水量(mm)	98	156	396	107	339	321	165	102	37	137	95	98	2050

長崎県における河川の酸性化

森 淳子・近藤幸憲・竹野大志・白井玄爾
寺田悌三ⁱ・重松敏彦ⁱ・山口文春ⁱⁱ

Acidification of River in Nagasaki Prefecture

Atsuko MORI, Yukinori KONDO, Taiji TAKENO, Genji SHIRAI
Teizo TERADA, Toshihiko SHIGEMATSU and Fumiharu YAMAGUCHI

KeyWords: acid precipitation, river, pH, alkalinity, Nagasaki

キーワード: 酸性沈着物, 河川, pH, アルカリ度, 長崎

はじめに

酸性沈着物の陸水への影響は、1960年代頃から欧州北部や米国北東部、カナダなどで顕在化し、河川・湖沼の酸性化に伴う魚類の減少などの生態系への被害が発生している¹⁾。

環境庁第3次酸性雨対策調査結果²⁾によると、国設対馬及び五島酸性雨測定所における第3次調査期間(平成5～9年度)の平均pH値はいずれも4.8となっており、全国平均値と同じ値であった。主たる酸性成分である硫酸イオンの期間平均濃度は、それぞれ1.69mg/l、1.76mg/lとなっており、全国平均値(1.84mg/l)と同等レベルの値となっている。これは、すでに被害が報告されている欧米での値に匹敵するものであり、長崎県においても、酸性雨の地上環境への影響が懸念されている。

著者らは前報³⁾において、長崎県下河川の環境基準点において河川水の酸性沈着物に対する感受性を調査した。その結果、五島列島福江島一ノ川、中須川、鰐川、大河原川など、花崗岩類を基盤とする河川において、酸性雨に対する感受性が高いことが明らかとなった。

環境基準点は、一般に人為的な影響を反映するよう河口に近い地点に設定されているため、酸性沈着物の自然生態系への影響を見る調査地点としては望ましくない。そこで、環境基準点での調査で感受性が高いと判断された五島の河川において、渓流水を含む詳細調査を実施することとした。

今回対象とした五島列島福江島は、約1500万～1

000万年前、火山活動により隆起した五島層群に酸性火山岩である花崗岩が地層に入ることによって形成された。したがって、基盤地質は花崗岩からなり、そのうえに表層地質と土壌が被覆している。花崗岩は、一部表層にも露出しており、その面積は、大川原川の集水域の約10%、鰐川の約40%、中須川の約5%、一ノ川の約20%を占めている。なお、一ノ川流域中上流に立地する五島鉾山は、花崗岩が気成～熱水交代作用を受けて形成されたろう石の採掘現場である⁴⁾。調査対象河川の流域はおおむね乾性褐色森林土壌に覆われている。乾性褐色森林土壌は、他の褐色森林土壌に比べてpHが低く、塩基の供給も期待できず緩衝能が低いとされている⁵⁾。

調査方法

現地における採水は平成12年9月18日に行った。調査地点を図1, 2に示すとおり大川原川、鰐川、中須川については、環境基準点に加え、最上流地点で採水を行った。鉾山の影響が考えられる一ノ川については、鉾山からの流入水の影響を考慮して、最上流と環境基準点の他に5地点で採水を行った。pHについては現地で直ちに測定し、他の項目は別途検体を衛生公害研究所に冷蔵輸送して翌日分析に供した。分析を行った項目と方法は表1のとおり。

土壌による酸性雨の中和能が発揮される際、健全な森林が存在することが重要である。そこで、福江島を対象に衛星データの解析により、森林活性度を評価した。衛星データは米国政府所有のランドサット5

i 長崎県五島保健所

ii 榎扇精光

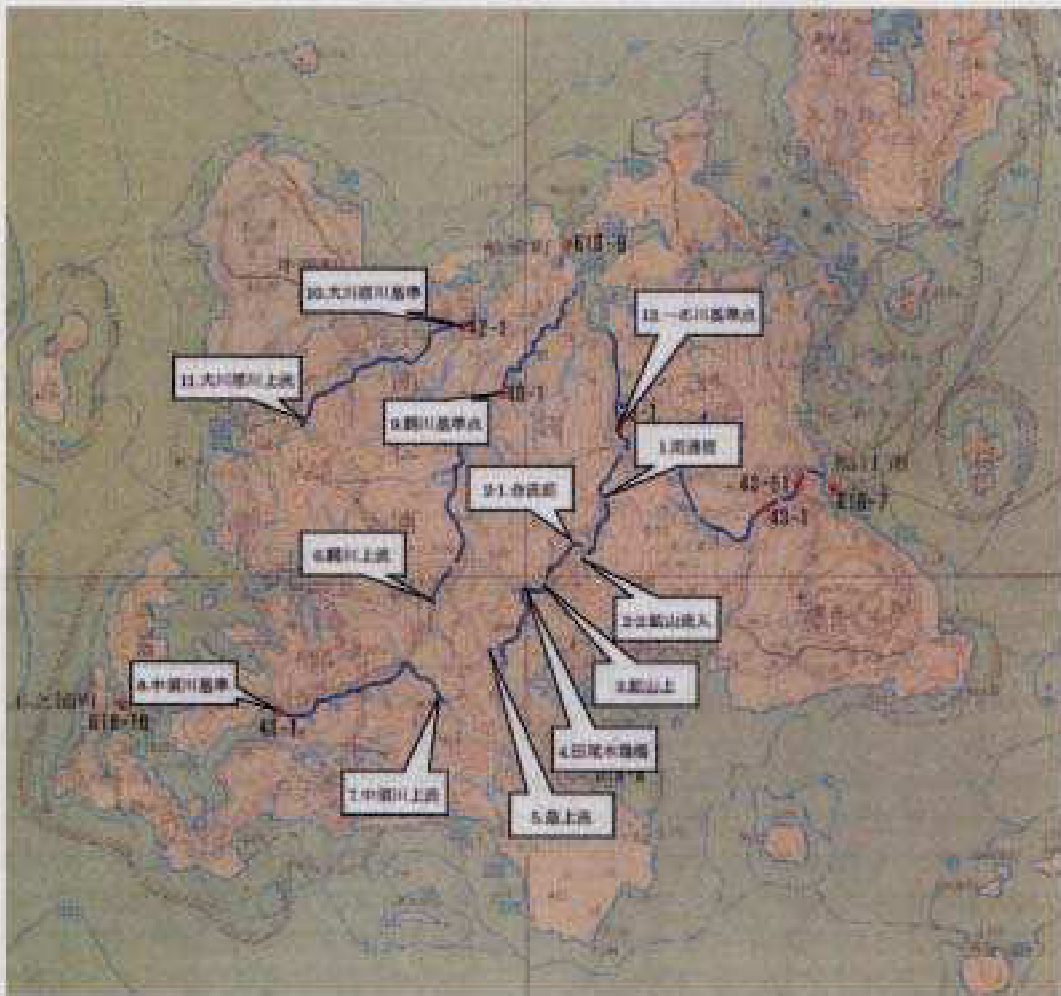


図1 五島河川調査地点



図2 五島鉾山周辺 (網掛け部分は集水域を示す)

表1 分析項目と方法

項目	分析方法
pH	JIS K0102 ガラス電極法
電気伝導度	電気伝導度計
総アルカリ度	上水試験法 MR混合指示薬による (変色点pH4.8)
SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻	JIS K0102 イオンクロマトグラフ法
NO ₂ ⁻	JIS K0102 ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
NH ₄ ⁺	JIS K0102 インドフェノール青吸光光度法
Na, K, Ca, Mg	JIS K0102 フレーム原子吸光法
H ₂ SiO ₃	温泉試験法 モリブデン黄吸光光度法
Cd, Pb, Zn, Cu, Cr	JIS K0102 電気加熱原子吸光法

号のTMセンサーデータを宇宙開発事業団を通じて購入し、衛星データ解析アプリケーションER Mapper 5.0を用いて処理した。ランドサット5号のTMセンサーデータは青色から短波長赤外まで7つの波長帯バンドから構成されるが、バンド3(赤色)とバンド4(近赤外)を用いて、次式により正規化植物活性指標(NDVI)を求めることができる。

$$NDVI = \frac{band4 - band3}{band4 + band3}$$

調査結果

1 衛星データの解析

衛星データは、1985年から2000年までの撮影されたものから、撮影時快晴であり五島列島付近に雲等の影響のない良好な画像を30枚購入した。これらについてNDVIによって分類し、疑似カラー表示した。この中からできるだけ新しくかつ四季を代表する画像を4枚選び、図3に示した。これらの画像では、暖色に

分類された画素が、植物活性が高いことを示す。逆に寒色系画素、は水域や都市部や裸地等の植物活性が低いことを表す。図中円内は五島鉦山を示す。裸地である鉦山は四季を通じ青く表示され、植物活性が低いことが示されている。

2 現地調査結果

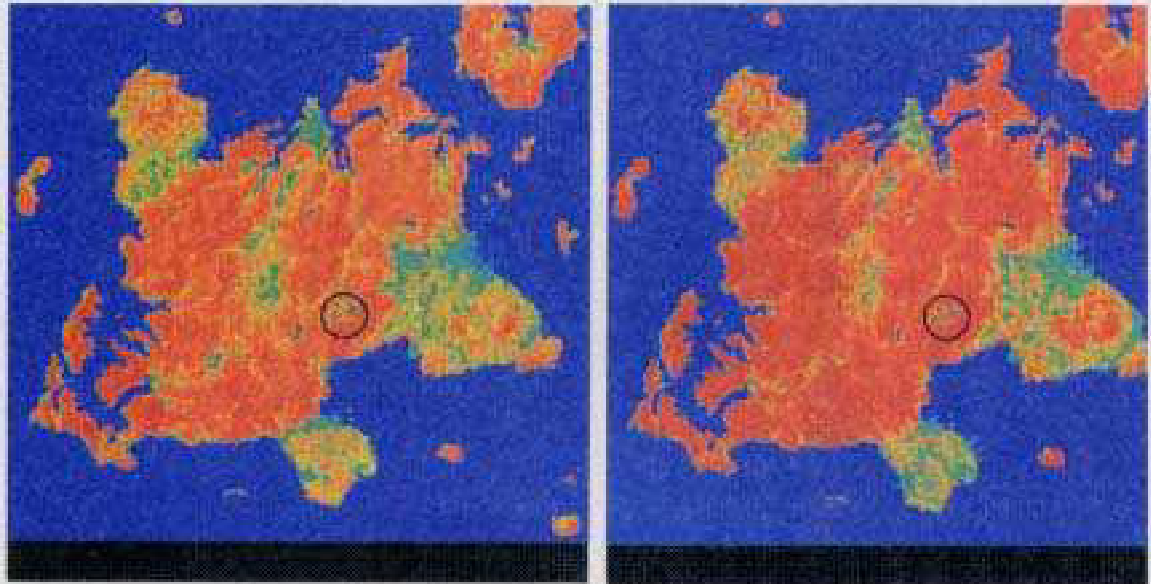
現地調査結果を表2に示す。

今回の調査では、一ノ川「合流前」「鉦山流入水」「雨通宿」「一ノ川環境基準点」の4地点で環境基準(pH6.5~8.5)の低限を下回るpH値が観測された。「鉦山流入水」は五島鉦山が立地する山から本流に流入する河川水であり、付近の河川水は青色に着色して見えた。「合流前」はこの鉦山流入水との合流直前の地点であるが、pHが5.9まで低下していることから、鉦山が立地する集水域の影響を受けているものと推測される。これより上流地点である「最上流」「田尾

表2 現地調査結果

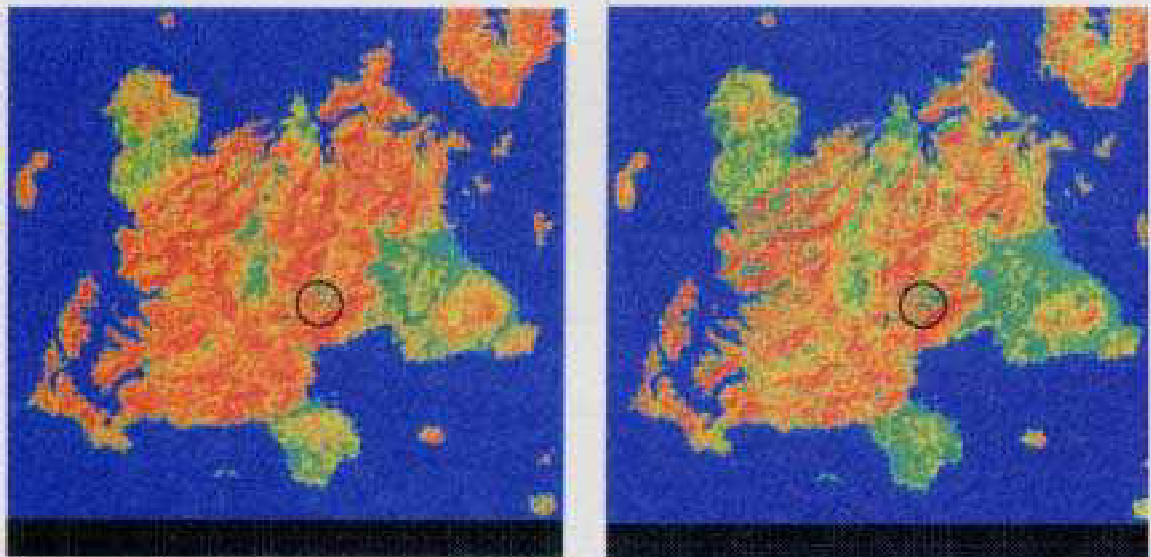
地点名	地図番号	採水年月日	時刻	気温	水温	pH
				℃	℃	
一ノ川最上流	5	H12.9.18.	11:10	25.5	17.5	6.6
田尾木場橋	4	H12.9.18.	10:55	23.5	21.7	6.6
鉦山上	3	H12.9.18.	10:50	23.5	20.5	6.5
合流前	2-1	H12.9.18.	10:30	25.5	20.3	5.9
鉦山流入水	2-2	H12.9.18.	10:30	28.0	20.3	4.0
雨通宿	1	H12.9.18.	10:10	25.0	19.5	5.6
環境基準点	12	H12.9.18.	13:05	23.5	21.0	6.2
鱈川上流	6	H12.9.18.	11:00	26.5	19.7	6.6
環境基準点	9	H12.9.18.	12:40	24.5	22.5	7.7
中須川上流	7	H12.9.18.	11:30	23.0	18.5	6.6
環境基準点	8	H12.9.18.	12:00	26.5	21.0	6.9
大川原川上流	11	H12.9.18.	11:45	24.5	18.5	6.6
環境基準点	10	H12.9.18.	12:10	23.5	21.6	6.7

環境基準不適合



2000年4月23日

2000年7月28日



1988年10月31日

1989年12月5日

図3 福江島の植物活性度

【衛星データ所有: 米国政府, 衛星データ提供: Space Imaging/EOSAT/宇宙開発事業団】

木場橋「鉦山上」地点では、pHはやや低めながら環境基準の範囲内であり、多数のハヤなどの小魚、ハゼ、カワニナ、トビケラの巢などが認められた。「田尾木場橋」地点は蛍の生息地として知られている。鉦山水流入後、1.7km下流の「雨通宿」でpH5.6、4.7km下流の「環境基準点」でpH6.2を観測した。鉦山流入水の影響を受けたと思われる地点では、若干のトビケラが生息するのみであった。

3 主要成分分析結果

表3に主要成分の分析結果を示す。また、図4には、主要成分の組成を当量濃度で示した。

鱒川、中須川、大川原川では、上流と環境基準点

において、Ca²⁺等、若干の濃度差があるものの、他の項目では上流と環境基準点において濃度の差がなかった。一ノ川では合流前と、「雨通宿」の各成分の当量濃度総和は上流水の約1.5倍、鉦山流入水では約4倍以上であった。「鉦山上」地点より上流の地点ではSO₄²⁻濃度は3~4mg/lであったのに対し、鉦山の流域にかかる合流前では17.9mg/lまで上昇し、鉦山流入水では、94.7mg/lに上った。その下流の「雨通宿」で22mg/l、環境基準点でも18.8mg/lで、上流域の濃度には回復していない。他の陰イオンの濃度上昇がないことから、鉦山流域からのSO₄²⁻の流れ込みがpH低下の原因であると推定される。

表3 主要成分分析結果

地点名	電気伝導率 mS/m	アルカリ度 mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l
一ノ川最上流	6.19	10.0	3.10	0.53	<0.005	9.65	<0.01	6.1	1.5	3.4	1.3
田尾木場橋	6.31	10.8	3.43	0.31	<0.005	9.10	<0.01	6.0	1.6	4.7	1.6
鉦山上	6.60	10.0	4.00	0.44	<0.005	9.36	<0.01	4.5	1.5	4.0	1.4
合流前	8.58	2.4	17.94	0.84	<0.005	9.53	<0.01	7.5	1.8	5.7	2.8
鉦山流入水	25.90	0.0	94.76	0.80	<0.005	9.55	<0.01	7.4	2.0	16.2	9.4
雨通宿	9.30	2.0	22.25	0.97	<0.005	9.66	<0.01	8.4	2.0	5.6	2.7
環境基準点	8.81	4.0	18.83	0.75	<0.005	8.98	<0.01	6.3	1.4	4.6	2.3
鱒川上流	7.32	12.4	3.92	0.35	<0.005	11.14	<0.01	6.8	1.6	3.8	1.2
環境基準点	8.90	16.0	5.34	0.89	<0.005	12.97	<0.01	9.8	1.9	6.4	1.8
中須川上流	8.30	14.0	5.69	0.40	<0.005	11.61	<0.01	7.2	1.5	4.2	1.7
環境基準点	8.03	13.8	4.12	0.53	<0.005	12.45	<0.01	9.7	1.6	5.3	1.8
大川原川上流	8.24	6.4	5.91	0.27	<0.005	16.70	<0.01	8.7	1.5	3.0	1.7
環境基準点	9.33	16.0	5.61	1.15	<0.005	14.10	<0.01	8.0	1.7	6.1	1.8

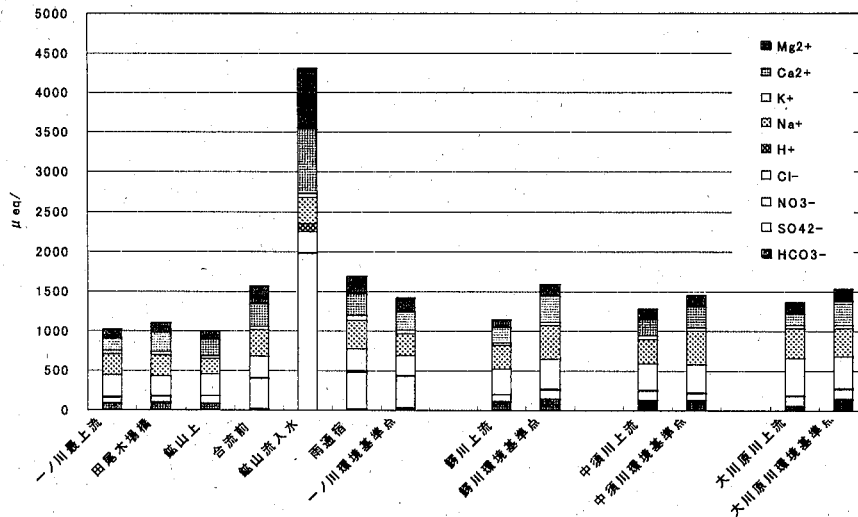


図4 河川水中の主要成分当量濃度組成

4 酸性沈着物中和能

米国では、酸性沈着物の影響を受けやすい陸水の条件として、アルカリ度 ≤ 200 μeq/l やアルカリ度 / (Ca²⁺ + Mg²⁺) ≤ 0.2 などが示されている⁶⁾⁷⁾。今回の結果

をこれらの評価基準に照らしてみると、表4に示すとおり、アルカリ度では全地点、アルカリ度 / (Ca²⁺ + Mg²⁺) の指標では、一ノ川の「合流前」「鉦山流入水」「雨通宿」「環境基準点」が感受性を受けやすい地点と判断

された。

Satakeら⁸⁾による酸中和能力評価方法を用い、検査した結果を図5に示した。上記4地点以外の検体では検体100mlに対し0.001N硫酸1mlの添加(pH7の中性水にpH4.7の酸性水を1:1混合した状態の再現)でも緩衝能力を示し、pHの環境基準を下回ることにはなかった。それに対し、一ノ川の「合流前」「鉾山流入水」「雨通宿」「環境基準点」は、pH6を下回る低い値を示した。

5 ケイ酸分析結果

酸性沈着物の中和反応には、大きく分けて土壌中の陽イオン交換反応によるものと、鉾物の化学的風化によるものがあると考えられている。たとえば、長石は水素イオンと水と反応して、アルカリ金属類、カ

表4 酸性雨緩衝能計算結果

地点名	アルカリ度 (μ eq/l)	アルカリ度 /(Ca+Mg)
一ノ川最上流	125.0	0.46
田尾木場橋	135.0	0.37
鉾山上	125.0	0.40
合流前	30.0	0.06
鉾山流入水	0.0	0.00
雨通宿	25.0	0.05
環境基準点	50.0	0.12
鱈川上流	155.0	0.53
環境基準点	200.0	0.43
中須川上流	175.0	0.50
環境基準点	172.5	0.42
大川原川上流	80.0	0.27
環境基準点	200.0	0.44

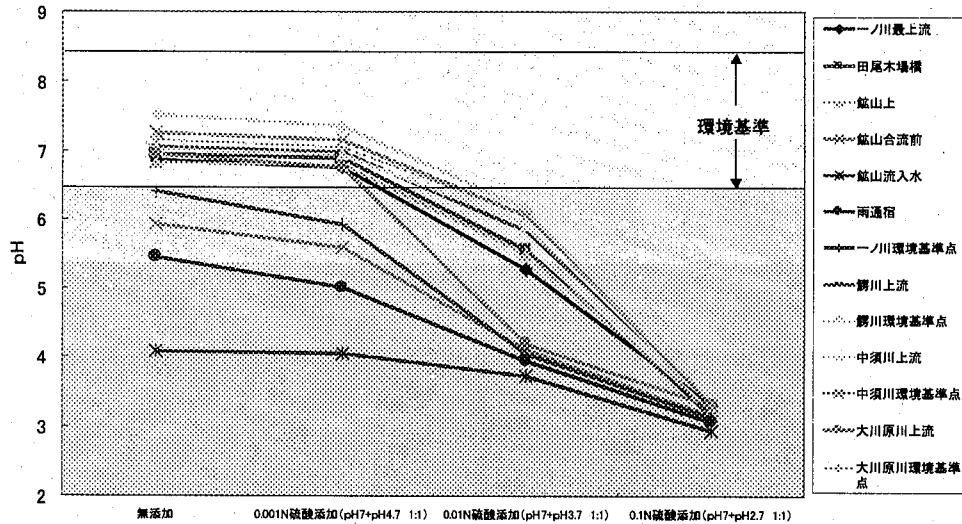


図5 試水100mlに硫酸を1ml添加した場合のpHの変化(2000年9月19日)

オリナイト及びオルトケイ酸を生成する。このように、ケイ酸は、陽イオン交換によっては供給されず、風化に対して極めて安定である石英を除く鉾物の風化によってのみ供給されるので、風化速度を評価する上で有効な指標である。

表5にケイ酸分析結果を示す。検水中のSiO₂をモリブデン法により比色定量し、メタケイ酸として換算した。比較対照として、比較的風化に対し不安定とされる輝石安山岩を基盤とする長崎県多良見町伊木力川の測定結果を併せて示した。五島の河川は、伊木力川と比較し、メタケイ酸濃度が約5~6割であった。

基盤地質の鉾物による酸性沈着物の中和反応は、土壌の中和反応に比べ、弱い酸性雨を半永久的に中和できるとされている。今後、県下河川水のケイ

酸の測定を実施すれば、基盤地質の風化に対する不安定度すなわち酸に対する中和作用の強さを評価する上で有効な指標となると考えられる。

6 重金属

一般に、河川水が酸性に傾く要因としては、地質、腐植酸、温泉、鉾山、酸性雨の影響が考えられる。欧米では、石炭や硫化物の採掘跡のイオウが自然酸化し、強酸性でかつ重金属を含んだ水がしみ出し、深刻な環境問題を起こしている。

今回低いpHを観測した一ノ川流域の試料について重金属を測定した結果を表6に示す。すべて長崎県で定める報告下限値未満であった。

表5 メタケイ酸分析結果

地点名	H ₂ SiO ₃ mg/l
一ノ川最上流	19.95
田尾木場橋	12.68
鉦山上	13.70
合流前	13.78
鉦山流入水	16.95
雨通宿	14.80
環境基準点	16.20
鰐川上流	22.45
環境基準点	18.40
中須川上流	18.27
環境基準点	20.32
大川原川上流	10.05
環境基準点	12.22
伊木力川 St.1	26.50
St.2	26.31
St.A	25.97
St.B	30.15
St.C	27.33

表6 重金属分析結果

	Cd mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	Cu mg/l	Cr mg/l
一ノ川最上流	<0.001	<0.005	<0.02	<0.01	<0.005
田尾木場橋	<0.001	<0.005	<0.02	<0.01	<0.005
鉦山上	<0.001	<0.005	<0.02	<0.01	<0.005
合流前	<0.001	<0.005	<0.02	<0.01	<0.005
鉦山流入水	<0.001	<0.005	<0.02	<0.01	<0.005
雨通宿	<0.001	<0.005	<0.02	<0.01	<0.005
環境基準点	<0.001	<0.005	<0.02	<0.01	<0.005

まとめ

今回対象とした4河川は、いずれも水質環境基準A類型に指定された河川である。過去10年間の水質をみると、中須川で平成9年度、鰐川で平成6年～10年度でBODの環境基準値をわずかに超過した以外は、BODの75%値は2.0mg/l以下の値で推移している。しかし、今回米国の基準や、酸を添加する方法による酸性沈着物への感受性という観点からの調査によって、対象4河川は上流から下流に至るまで、酸性沈着物に対し、感受性の高い水質を有することが明らかとなった。また、五島鉦山からの流入水は、pH 4、硫酸イオン濃度94mg/lという酸性度の高い水質であることが明らかとなった。

一般に河川水が酸性化する要因としては、①地質因子(酸性岩地域からの河川水はpHが幾分低い)②腐植酸による低pH(植物の遺骸の不完全な分解によって生ずる腐植酸による。水は褐色を呈する)③無機酸性水(酸性温泉、硫化物鉦山廃水の影響)④酸性雨の影響の要因があげられる。

今回の調査結果では、五島に沈着する酸性雨の硫酸濃度に対し、鉦山流入水ははるかに高濃度であ

った。Satakeら⁹⁾が報告した日本の酸性河川はいずれも火山起源の硫酸や塩酸によるものとされている。高野ら¹⁰⁾は、長野県須坂地方では廃鉦山の硫化物の自然酸化によって、pH2～3台を示す酸性河川が存在することを報告している。またその水質分析の結果、硫酸濃度で最高930mg/lにのぼる水質を示すことを報告している¹¹⁾。

今回明らかになった酸性河川の原因については、鉦山廃水、地質の硫黄含有量を含め更に詳細な調査が必要であるが、一ノ川の環境基準点は福江市水道取水口にあたることから、覆土、緑化、土壌の改良、中和処理を含め、対策の検討が望まれる。

参考文献

- 1) 大喜多敏一(1987)酸性雨の歴史, 気象研究ノート, 158, 1-6.
- 2) 酸性雨研究センター(1999), 環境庁第3次酸性雨対策調査データ集(平成5年度～平成9年度)
- 3) 森 淳子, 本多邦隆(2000)長崎県衛生公害研究所報, 45, 71-74.
- 4) 長崎県土地対策室(1981)離島新興開発地域土地分類基本調査, 三井楽・福江・玉之浦・富江・男島及女島.
- 5) 環境庁水質保全局, (社)日本土壌肥料学会(1984)酸性雨の土壌への影響予察図.
- 6) Hendrey, G.R. et al. (1980) Geological and hydrochemical sensitivity of the eastern United States to acid precipitation, USEPA-60/0/3-81-204.
- 7) Schindler, D.W. (1988) Effects of acid rain on freshwater ecosystems, *Science*, 239, 149-157.
- 8) Satake, K., Inoue, T., Kasasaku, K., Nagafuchi, O. and Nakano, T. (1998) Monitoring of nitrogen compounds on Yakushima Island, a world national heritage site, *Environmental Pollution* (in press).
- 9) Satake, K., Shibata, K. and Band, Y. (1990) *Aquatic Botany*, 36, 325-341.
- 10) 高野憲一(2000)日本環境教育学会第11回大会発表要旨集, 108.
- 11) 須坂水の会(2000) (財)トヨタ財団1998年度市民活動助成事業報告書「特異的酸性水域における実態調査および鉦毒水問題の再考」, pp 88.

長崎県下の廃棄物焼却施設における ダイオキシン類調査について (2000 年度)

山内 康生 竹野 大志 釜谷 剛 本多 隆 植野 康成

The Survey of Dioxins in Exhaust Gas on Waste Incinerators in Nagasaki Prefecture (2000)

Yasuo Yamauchi, Taiji Takeno, Tuyoshi Kamaya, Takashi Honda, and Yasunari Ueno.

key word : Dioxins, Exhaust Gas

はじめに

平成 11 年 7 月にダイオキシン類対策特別措置法が設定され、ダイオキシン類に対する総合的対策がとられることになったことをうけて、廃棄物焼却施設から排出されるダイオキシン類調査を行ったので、報告する。

調査施設

今年度は 14 ヶ所の廃棄物焼却について調査を行った。(表 1)

調査対象施設は過去の自主測定の結果や県実施の測定結果から、平成 14 年 12 月 1 日からの基準を超過していたものを主に選定した。

表 1 平成 12 年度調査対象施設数

調査施設数			
一般廃棄物処理施設	8		
産業廃棄物処理施設	廃棄物種類		
	廃木材	廃プラスチック等	汚泥
	4	2	—

測定方法

排ガス中のダイオキシン類のサンプリング及び測定・分析は、平成 11 年 9 月制定 JISK0311 に従った。ダスト部分を JISZ8808 に準じたフィルターによる「ろ過捕集」、ガス状部分は、ダスト捕集後に吸収びん(インピンジャ)を連結した「吸収捕集」および吸着カラムによる「吸収捕集」で捕集し、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計(HRGC-HRMS)で定量した。

測定結果及び考察

廃棄物の種類別のダイオキシン類濃度

廃棄物種類別のダイオキシン類濃度を表 2 に示す。

表 2 廃棄物の種類別ダイオキシン類濃度

施設数	廃棄物の種類	ダイオキシン類濃度 (ng-TEQ/m ³ N)
8	一般廃棄物	2~140
4	廃木材	3.4~82
2	廃プラスチック等	20~28
—	汚泥	—

一廃焼却施設では、暫定基準 80 ng-TEQ/ m³N を超える施設が 3 施設あり、それらは、行政処分(停止命令)の対象となった。

また、それらの平均 CO 濃度は、それぞれが 72ppm, 702ppm, 1230ppm と高く、不完全燃焼が要因と考えられる。実際、常時 800°C 以上の燃焼状態という状態ではなかった。

産業廃棄物焼却施設では、暫定基準 80 ng-TEQ/ m³N を超える施設が 1 施設あった(82 ng-TEQ/ m³N)。その要因として、測定時の炉内温度が 800°C 以上を維持できず、700°C 付近の燃焼であったためと考えられ、改善策として、常時 800°C 以上の燃焼と二次バーナーの使用により、ダイオキシン類濃度は 3.4 ng-TEQ/ m³N に改善された。

一般廃棄物焼却施設におけるダイオキシン類濃度と CO の相関について

ダイオキシン類濃度と CO の相関について廃棄物の種類別に検討した。産業廃棄物処理施設は調査施設が少ないため十分な検討はできなかったため、一

般廃棄物焼却施設について検討した。図1に一般廃棄物焼却施設におけるダイオキシン類濃度とCO濃度の相関を図1に示す。今回実施した一廃焼却施設ではダイオキシン類濃度とCO濃度の間には比較的高い相関が見られた。これは、廃棄物処理基準等専門委員会報告(平成9年5月26日)における、「煙突出口における排ガス中のCO濃度とダイオキシン類濃度の関係」で示された散布図(図2)と比較しても分かるように同じような傾向を示した。

ここで得られた近似曲線より排出基準別のCO濃度を算出した結果を表3に示した。

今回実施した一廃焼却施設は、昭和40年代に設置されたものばかりであり、集塵装置もサイクロンによる方法が大半であった。

表3からもCO濃度が50ppm以下であると平成14年からの基準をクリアする可能性は高く、逆にCO濃度が50ppmを超えると基準を超えてしまう可能性が高い。これは、平成2年12月26日付 厚生省生活衛生局水道環境部長通知における「ダイオキシン類発生防止等ガイドライン」において、煙突出口のCO濃度は50ppm以下(O₂ 12%換算値の4時間平均値)と定められていることから妥当な相関であったといえる。

ダイオキシン類の生成については種々の原因があり、複雑であるが、通常の運転管理において燃焼状態とCO濃度の監視によるチェックは欠かせない事項であるといえる。

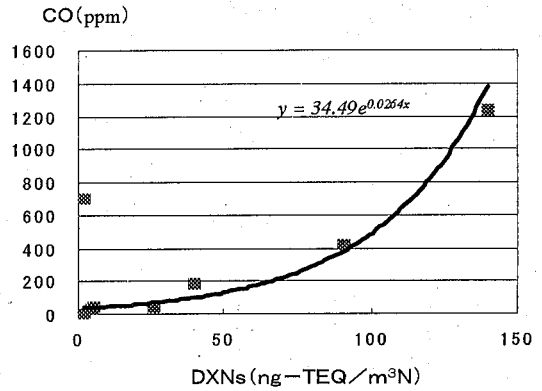


図1 一廃廃棄物焼却施設におけるダイオキシン類濃度とCO濃度の関係

表3 得られた近似曲線より算出される排出基準別CO濃度

排出基準 (ng-TEQ/m³N)	CO濃度 (ppm)	
既設暫定基準	80	276
焼却能力 4000Kg/h 以上	10	44.7
〃 2000 〃	5	39.3
〃 2000 〃 未満	1	35.4

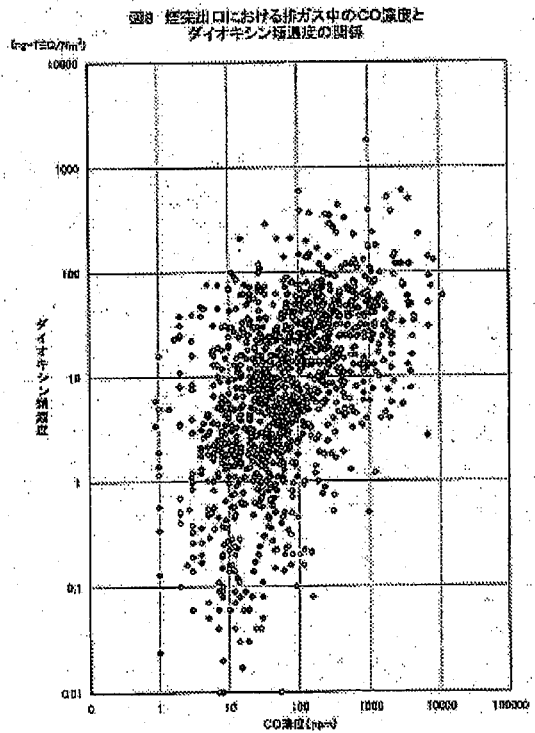


図2 廃棄物処理基準等専門委員会報告における「煙突出口における排ガス中のCO濃度とダイオキシン類濃度の関係」
—平成9年5月26日—

長崎県における放射能調査(2000年度)

濱野敏一・山之内公子・八並 誠

Radioactivity Survey Data in Nagasaki Prefecture (2000)

Toshikazu HAMANO, Kimiko YAMANOUCHI, and Makoto YATSUNAMI

Key Words : radioactivity, fall-out, gross β , air dose rate, γ -ray spectrometer

キーワード : 放射能, フォールアウト, 全 β , 空間線量率, γ 線スペクトロメーター

はじめに

2000年度(平成12年度)に本県で実施した環境放射能水準調査結果を報告する。なお、本調査は科学技術庁の委託で実施したものである。

調査方法

1 調査対象

定時降水100, 降下物12, 大気浮遊塵4, 土壌2, 上水2, 牛乳7, 農産物3, 水産物3, 日常食4及び空間放射線量率24件の合計161件である。

2 測定方法

試料の採取, 前処理及び測定方法は「放射能測定調査委託実施計画書(科学技術庁, 平成12年度)」及び科学技術庁編の各種放射能測定シリーズに基づいて行った。

3 測定装置

- ・全 β 放射能調査 … アロカ製 GM自動計数装置 SCE-101.ACE-201
- ・ γ 線核種分析 … セイコー,ゲルマニウム半導体検出器 ORTEC GEM-15180-P
- ・空間放射線量率調査 … アロカ製シンチレーションサーベイメータ TCS-166 (エネルギー補償型) 及びアロカ製モニタリングポスト MAR-15

調査結果

1 定時降水の全 β 放射能濃度の測定結果を表1に示した。定時降水100件について実施したが、全ペー

タ放射能はすべて検出されなかった。

2 牛乳(生産地の原乳)の ^{131}I の調査結果を表2に示した。いずれも ^{131}I は検出されなかった。

3 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析結果を表3に示した。大気,土壌,上水及び食品試料32件について調査した。 ^{137}Cs は、大気降下物,土壌(小浜町雲仙)、日常食、海産生物(アマダイ)から検出されたが、過去の結果と同程度の濃度であった。一方、天然核種については ^{40}K が全種類の検体から検出されたが、これらの濃度は例年と同程度であった。

4 モニタリングポスト及びサーベイメータによる空間放射線量率の測定結果を表4に示した。モニタリングポストの結果は11.3~20.9cps(平均12.3)、シンチレーションサーベイメータの結果は60~71nGy/h(宇宙線の影響30nGyを含む)であり、いずれの項目も過去の結果と同程度であった。

まとめ

平成12年度に長崎県で実施した環境及び食品試料中の放射能調査結果は、長崎県の過去3年間と同程度の濃度レベルであり、異常値は認められなかった。

参考文献

財団法人日本分析センター, 環境放射能水準調査結果総括資料(平成11年度)

表1 定時降水試料中の全β放射能調査結果(平成12年度)

採取年月日	降水量 (mm)	降水の定時採取(定時降水)			
		放射能濃度 (Bq/L)			月間降下量 (MBq/Km ²)
		測定数	最低値	最高値	
平成12年4月	80	10	ND	ND	ND
5月	148	5	ND	ND	ND
6月	258	10	ND	ND	ND
7月	114	8	ND	ND	ND
8月	210	8	ND	ND	ND
9月	172	9	ND	ND	ND
10月	113	8	ND	ND	ND
11月	194	7	ND	ND	ND
12月	42	6	ND	ND	ND
平成13年1月	94	14	ND	ND	ND
2月	96	9	ND	ND	ND
3月	42	6	ND	ND	ND
年間値	1,563	100	ND	ND	ND
前年度までの過去3年間の値		272	ND	0.5	ND~5.5

(注1) ND:測定値が測定誤差の3倍未満。

表2 牛乳中の¹³¹Iの分析結果(平成12年度)

採取場所	諫早市	諫早市	諫早市	諫早市	諫早市	前年度まで過去3年間の値	
採取年月日	H12.5.24	H12.7.4	H12.9.18	H12.11.20	H12.3.19	最低値	最高値
放射能濃度(Bq/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

(注1) 牛乳の取扱区分は、生産地(原乳)である

(注2) 放射能測定は、ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメーターで測定した。

(注3) ND:測定値が測定誤差の3倍未満。

表3 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析測定調査結果(平成12年度)

試料名	採取場所	採取年月	検体数	¹³⁷ Cs		前年度まで過去3年間の値		その他の検出された人工放射性核種	単位
				最低値	最高値	最低値	最高値		
大気浮遊じん	長崎市	12年4月～13年3月	4	ND	ND	ND	ND	ND	mBq/m ³
降下物	長崎市	12年4月～13年3月	12	ND	0.08	ND	ND	ND	MBq/km ²
陸水(蛇口水)	長崎市	12年6月及び12月	2	ND	ND	ND	ND	ND	mBq/L
土壌	0～5cm	小浜町(雲仙)	1	64.6		35	58	ND	Bq/kg 乾土
				2120		1327	1740	ND	MBq/km ²
	5～20cm	小浜町(雲仙)	1	17.7		9	19.8	ND	Bq/kg 乾土
				1860		712	1600	ND	MBq/km ²
精米	長崎市	13年3月	1	ND	ND	ND	ND	MBq/kg 精米	
野菜	大根	長崎市	13年3月	1	ND	ND	ND	ND	Bq/kg 生
	ホウレン草	長崎市	13年3月	1	ND	ND	0.06	ND	
牛乳	長崎市	12年8月 13年3月	2	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/L
日常食	長崎市	12年6月 及び10月	2	0.04	0.06	ND	0.05	ND	Bq/人・日
	松浦市		2	ND	0.03	ND	0.05	ND	
海産生物	アサリ	小長井町	12年5月	1	ND		ND	ND	Bq/kg 生
	アマダイ	長崎市	12年11月	1	0.14		0.08	0.22	
	ワカメ	島原市	13年3月	1	ND		ND	ND	

(注1) 食品試料のうち海産生物は生産地、牛乳(市販乳)・野菜及び精米は消費地としての取扱いである。

(注2) ND:測定値が測定誤差の3倍未満

表 4 空間放射線量率測定結果 (平成 12 年度)

測定年月	モニタリングポスト (cps)			サーベイメーター (nGy/h)
	最低値	最高値	平均値	
平成 12 年 4 月	11.7	15.2	12.3	62
5 月	11.7	20.9	12.2	64
6 月	11.4	20.0	12.3	64
7 月	11.5	18.2	12.1	62
8 月	11.6	16.6	12.1	62
9 月	11.7	17.6	12.4	60
10 月	11.7	17.4	12.5	62
11 月	11.8	17.4	12.4	60
12 月	11.8	16.1	12.4	62
平成 13 年 1 月	11.3	17.4	12.5	70
2 月	11.6	19.1	12.4	68
3 月	11.7	19.1	12.4	71
年間値	11.3	20.9	12.3	60~71
前年度までの過去 3年間の値	11.4	23.1	12.4	68~81

(注 1) サーベイメーターの値は、宇宙線の影響 30nGy/h を含む。

大村湾の水質調査結果 (2000年度)

坂本 文秀・浜辺 聖

Water Quality of Omura-Bay (2000) Fumihide SAKAMOTO, and Masashi HAMABE

Key Words : Omura-Bay, COD, DO, T-N, T-P

キーワード：大村湾，化学的酸素要求量，溶存酸素，総窒素，総磷

はじめに

長崎県では 1971 (昭和 46) 年に水質調査を開始し、大村湾については 1974 (昭和 49) 年に、環境基準の類型指定がなされ、以後継続的に水質調査を行っている。

2000 (平成 12) 年度に実施した大村湾 (調査地点 17 図 1) の水質測定結果について報告する。

調査結果

1 気象概況

1 降水量

平成 12 年度の降水量は、総雨量で 1,561mm を記録し、平年値(1,952mm)の約 80 % の降水量であり、降水量が多かった昨年度 (2,370 mm) と比べると、約 65 % と少雨の年であった。特に 7 月の降水量が少なかった。(図 2)

2 日照時間

平成 12 年度の日照時間は、1950.6 時間で月平均 162.6 時間であった。本年度は、降水量が少なく日照時間はほぼ平年(1857.2 時間)並みであった。(図 3)

3 気温

平成 12 年度の気温は、月平均 17.4 °C で平年時 (16.8 °C) と比べるとやや高かった。(図 4)

*平年値は、(財) 日本気象協会長崎支部発行の気象旬報より抜粋。

2 水質概況

1 水温

平成 12 年度の表層の平均水温は、18.8 °C で前年度より 1 °C 低かったが、昭和 56 年以降の測定結果の表層の平均値(18.7 °C) とほぼ同じであった。また、底層の水温を測定している中央 3 地点 (中央中、中央南、堂崎沖) の表層及び底層の平均水温はそれぞれ 18.8 °C と 17.1 °C (H11 は 19.1 と 18.0 °C) で表層と底層の水温差は 1.7 °C (H11 は 1.1 °C) であった。

*平均値は昭和 56 年以降の測定結果の平均値を使用した。

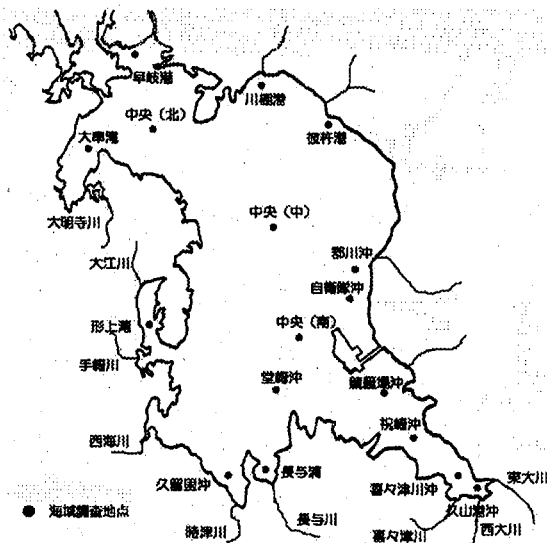


図1 大村湾調査地点

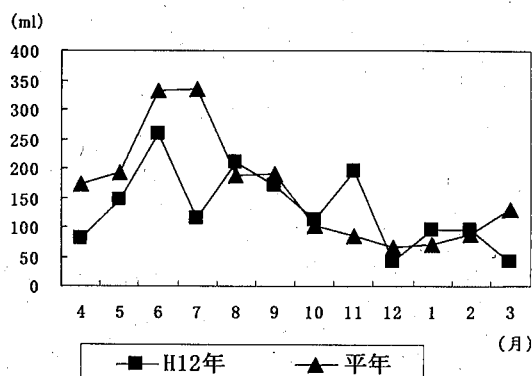


図2 降水量の月別変化

2 透明度

平成 12 年度の平均透明度は、4.6m で前年度と同じであったが、平均値(5.0m)より 0.4m 低い値であった。

特に 6 月及び 7 月に平均を大きく下回っていた。

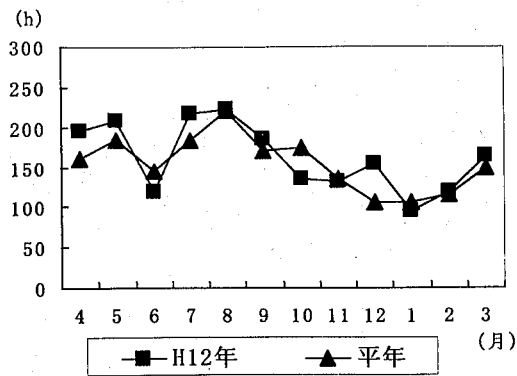


図3 日照時間月別変化

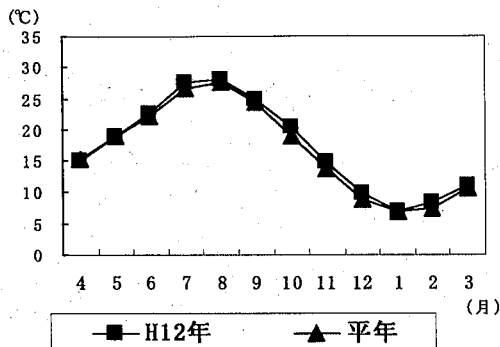


図4 気温の月別変化

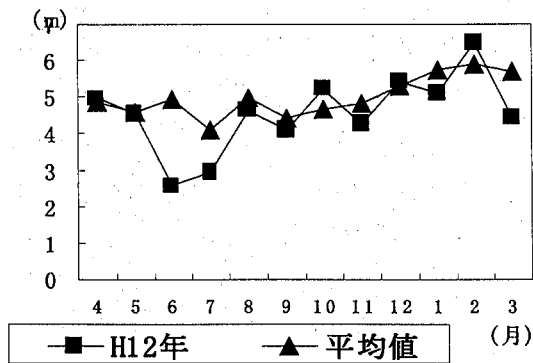


図5 透明度の月別変化

3 溶存酸素

平成 12 年度の表層の平均溶存酸素は、8.4mg/l であり、過去の平均値(8.3mg/l)と同程度の値であった。また、底層の溶存酸素を測定している中央 3 地点 (中央中、中央南、堂崎沖)の底層の溶存酸素は 9 月に最も低くなっていたが、溶存酸素量としては 2.2mg/l で平均値と比較しても特に低い値ではなかった。(図 6,7)

4 COD

平成 12 年度に測定した 17 地点での平均値は、2.6mg/l (75%値の平均は 2.8mg/l) でほぼ昨年度並みの結果であった。月別で見ると、本年度は 4 月から 9 月までが平均より 0.1 ~ 0.7mg/l 高く、

特に 6,7,8 月の 3ヶ月は 3.0mg/l を超す高い値であった。(図 8)

環境基準を評価する 75 %値で地点別に見ると大村湾における環境基準 A 類型(COD2.0mg/l)を満足する地点はなかった。特に湾中央部から湾奥部の沿岸域は例年どおり 3.0mg/l を超す高い値であった。

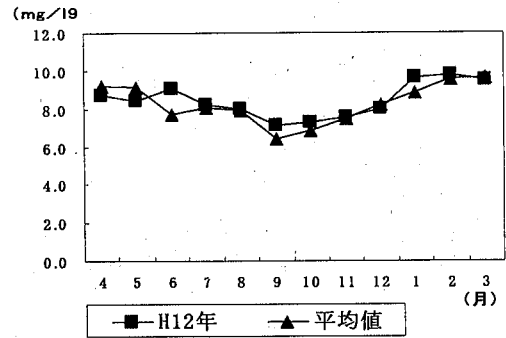


図6 溶存酸素 (表層)

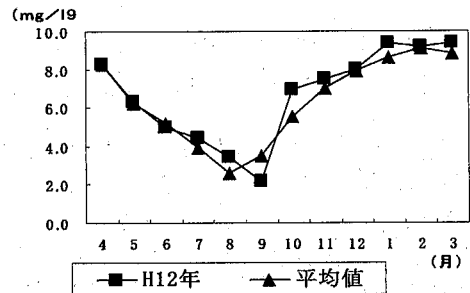


図7 溶存酸素 (底層)

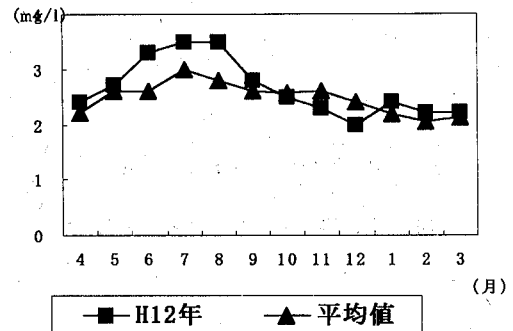


図8 COD月別変化

5 栄養塩類

平成 12 年度の T-N 及び T-P の平均値は 0.27mg/l、0.018mg/l で平常時と同程度の値であった。月別では、T-N は 8 月にピークが見られたが、T-P は 9 月にピークが見られ、5 月~7 月は過去の平均値よりも高く、COD と同じような傾向を示していた。地点別では T-N、T-P とも久山沖、喜々津川沖、久留里沖などの湾奥沿岸部の地点で高く、全体的にみると COD と同様な傾向であった。(図 9,10)

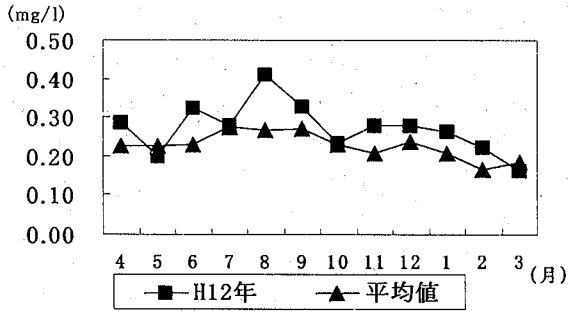


図9 総窒素月別変化

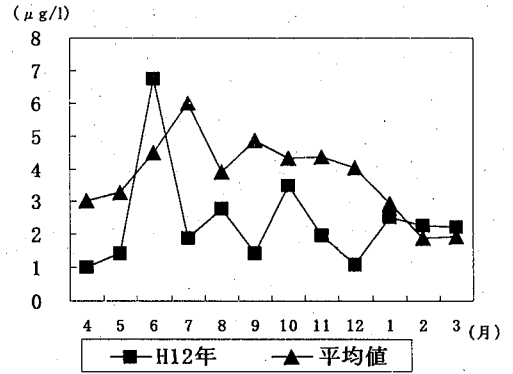


図12 クロロフィルa月別変化

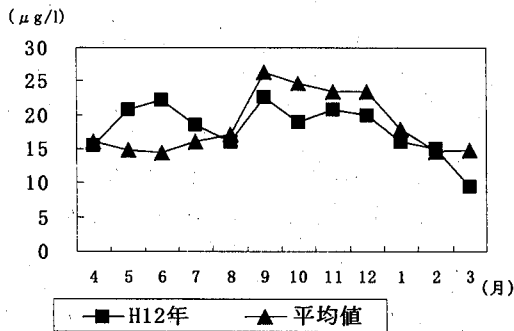


図10 総リン月別変化

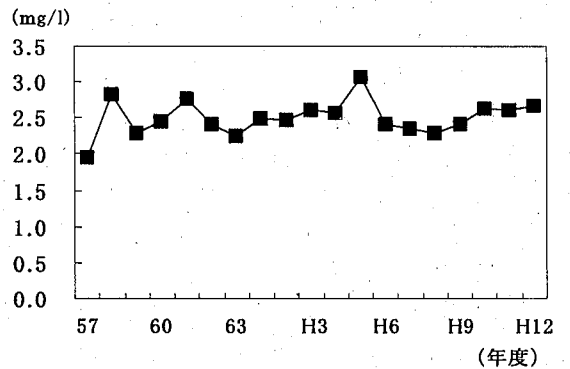


図13 COD平均値年度別変化

6 塩素イオン(表層)

平成 12 年度の平均値は、17,600mg/l で平年時 (17,400mg/l)とほぼ同じ値を示した。(図 11)

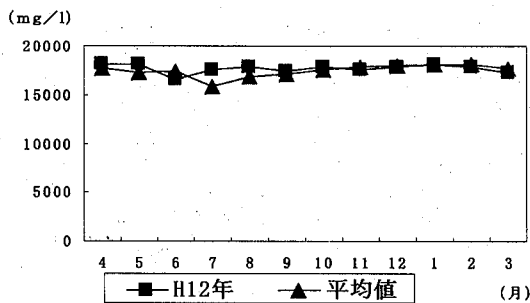


図 1 1 塩素イオンの月別変化

7 クロロフィル a

平成 12 年度の平均値は、2.4 μ g/l で平均値の 3.7 μ g/l と比べると、約 65%程度低い値であった。

3 まとめ

平成 12 年度の COD75 %値は 2.8mg/l と昨年度と比べると 0.1mg/l 低くなったが、当然ながら改善されたと言えるものではない。

COD 値を年間平均値でみると、2.6mg/l と昨年度と同じ値であり過去 10 年の年間平均値でも、平成 5 年度(3.1mg/l)を除けば 2.3 ~ 2.6mg/l の間を推移しており 12 年度が特に変化したとは言えず、長期的にみると、水質はやや悪化傾向にあるように思われる。(図 13)

諫早湾干拓調整池水質等調査結果(2000年度)

濱邊 聖・近藤幸憲・馬場強三

Water Quality of the Detention Pond Originated from Isahaya-bay Land Reclamation (2000)

Masashi HAMABE, Yukinori KONDO and Tsuyomi BABA

Key Words : Isahaya-bay, Detention Pond, Land Reclamation

キーワード: 諫早湾, 干拓, 調整池

はじめに

1997年4月14日、諫早湾干拓事業の工事で潮受け堤防が閉め切られ、調整池が創出された。

調整池の水質保全対策については、1998年2月に策定された諫早湾干拓調整池水質保全計画¹⁾に基づき各種調査を実施している。

2000年度は流入負荷量調査、水質現況調査及び底質調査を実施したのでその結果を報告する。また、これまでの結果から得られた知見等についても併せて報告する。

調査内容

1. 流入負荷量調査

(1) 河川調査

- ・調査地点: 流入8河川の最下流
- ・調査時期: 年12回(1回/月)
- ・調査項目: 一般項目及び栄養塩類等

(2) 小河川・小水路調査

- ・調査地点: 流入9小河川
- ・調査時期: 年4回(5,8,11,2月)
- ・調査項目: 一般項目及び栄養塩類等

2. 水質現況調査

- ・調査地点: 調整池内5地点
(St.1, St.2, St.3, P1, P2)
- ・調査時期: 年12回(1回/月)
- ・調査項目: 一般項目及び栄養塩類等

3. 底質調査

- ・調査地点: 調整池内5地点
(St.1, St.2, St.3, P1, P2)
- ・調査時期: 年2回(7, 11月)

・調査項目: 含水率、強熱減量、COD、T-N、T-P

調査結果

1. 流入負荷量調査

(1) 河川調査

2000年度に調査を実施した8河川の総流量は25.0万m³/日で、調査を開始した1998年度以降最も少なかった。

流入負荷量はCOD:1,080Kg/日、T-N:360Kg/日、T-P:40.1Kg/日で、T-Nが前年度比33%減少した他は前年度並であった。

表1 流入8河川の負荷量

単位: 万m³/日, Kg/日

河川名	流量	COD	SS	T-N	T-P
境川	4.1	87	63	31	1.0
小江川	1.8	41	36	18	0.6
深海川	1.8	42	53	12	0.8
本明川	13.1	781	2831	209	33.3
仁反田川	0.3	13	58	5	0.4
千鳥川	0.7	25	21	28	0.8
山田川	2.1	53	81	58	2.0
土井川	1.1	38	53	19	1.1
合計	25.0	1080	3196	360	40.1

※四捨五入の関係で個々のデータの総和と合計が一致しないことがある。

(2) 小河川・小水路調査

2000年度に調査を実施した9小河川の総流量は

4.7万m³/日で、前年度の4.9万m³/日よりやや減少した。

流入負荷量はCOD:200Kg/日、T-N:178Kg/日、T-P:5.2Kg/日で、T-Nは前年度並であったが、CODは前年度比34%、T-Pは前年度比24%増加した。

表2 流入9小河川の負荷量
単位:万m³/日, Kg/日

河川名	流量	COD	SS	T-N	T-P
段 堂 川	0.1	4	3	6	0.3
尾 向 川	0.3	6	5	13	0.2
湯 江 川	1.1	24	65	15	0.7
田 島 川	0.7	24	45	6	0.3
有 明 川	1.2	93	109	60	2.0
湯 田 川	0.3	7	13	33	0.3
大 塚 川	0.1	5	10	13	0.2
二本木川	0.3	11	14	19	0.4
田川原川	0.5	28	14	13	0.8
合 計	4.7	200	277	178	5.2

※四捨五入の関係で個々のデータの総和と合計が一致しないことがある。

(3) 項目別負荷割合

諫早湾調整池流入17河川の項目別負荷量の割合は図1のとおりである。

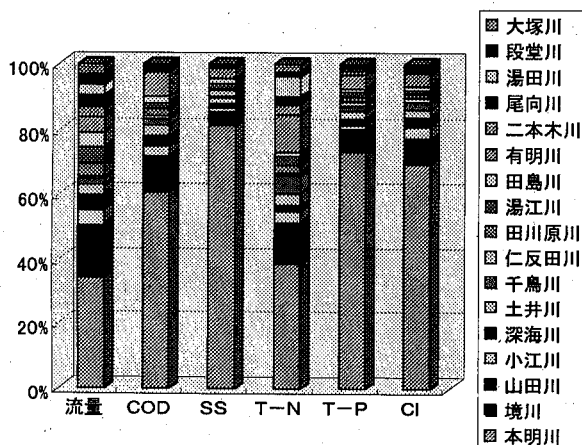


図1 項目別負荷量割合

17河川のなかでは全ての項目において本明川の割合が高く、特にSSでは河川全体の81%を占めていた。

また、17河川全体に占める9小河川の負荷量の割合をみると、COD、SS及びT-Pについてはそ

れぞれ16%、8%及び11%とその割合は8河川に比べて低かったが、T-Nについては33%を占めた。

2. 水質現況調査

(1) 調整池の水質保全目標値

水質保全計画では調整池の環境基準の類型指定までの水質保全目標値を表3のとおり設定している。

表3 調整池水質保全目標値

項 目	水質保全目標値
C O D	5mg/l以下
T - N	1mg/l以下
T - P	0.1mg/l以下
塩 素 量	170mg/l以下

(2) 塩化物イオン

調整池内の塩化物イオンの月変化を図2に示す。潮受け堤防締切後1997年11月までは変動が大きかったが、1998年1月以降は1,000mg/l以下で推移している。

なお、P1地点は河川と同様の形態となり調整池からの逆流がないため50mg/l前後で推移している。

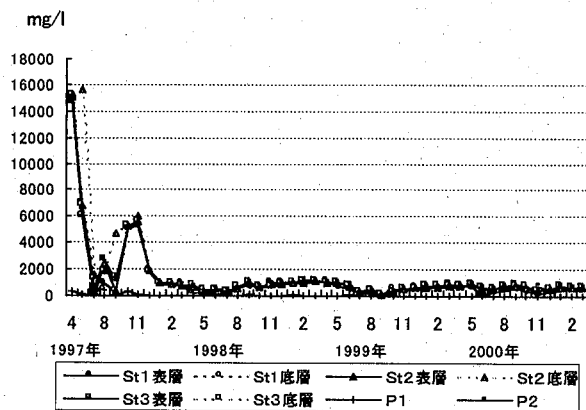


図2 塩化物イオンの月変化

(3) SS

調整池内のSSの月変化を図3に示す。

SSは、1999年度に調整池南側のSt3地点及びP2地点において急激に上昇する月がみられたが、2000年度は急激に上下することはなかった。SSの変動の要因としては、水深が1~3mと浅く、風による底泥の巻き上げの影響が大きいものと考えられる。

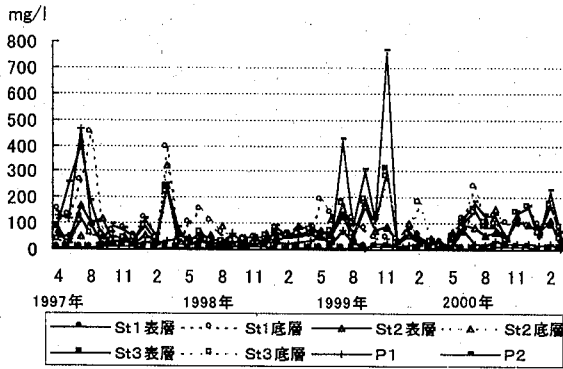


図3 SSの月変化

(4) COD

調整池内のCODの月変化を図4に示す。

1999年度の調査ではP2地点でCODの上昇がみられたが、2000年度の調査では地点間の変動も小さくなり、5~10mg/lの範囲で推移していた。なお、河川の形態をもつP1を除く4地点の平均濃度は7.2mg/lであった。

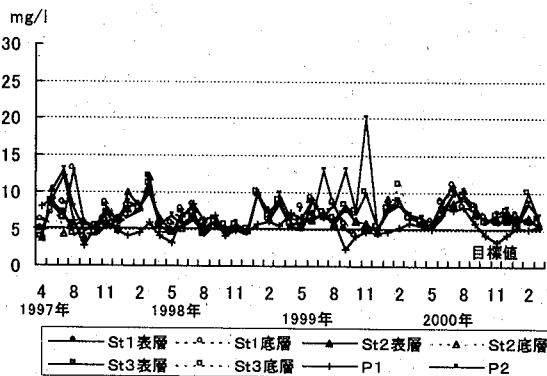


図4 CODの月変化

また、調整池内の水質が安定した1998年度以降のCODを懸濁態及び溶存態に分けると、溶存態CODの変動は小さく、懸濁態CODは概ね1~5mg/lで推移していた。1998~2000年度のCODと懸濁態CODの相関は図5のとおりであり、相関係数0.8186の正の相関を示したことから、懸濁態CODがCODの変動に大きく寄与していると考えられる。

なお、調整池南側のP2地点においては、懸濁態CODとSSに相関係数0.8808の正の相関があり風等による攪拌での濁りの影響が強いものと考えられる。

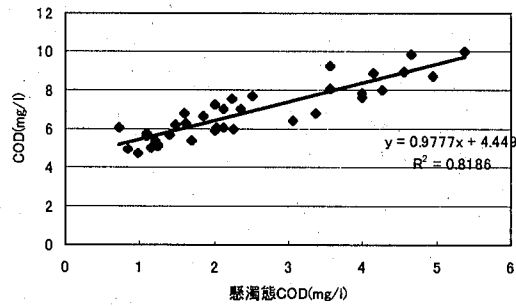


図5 CODと懸濁態CODの相関関係

(5) 窒素

調整池内のT-Nの月変化を図6に示す。

2000年度の調査結果では、河川の形態をもつP1を除く4地点の平均濃度は1.38mg/lで地点間の変動も小さかった。

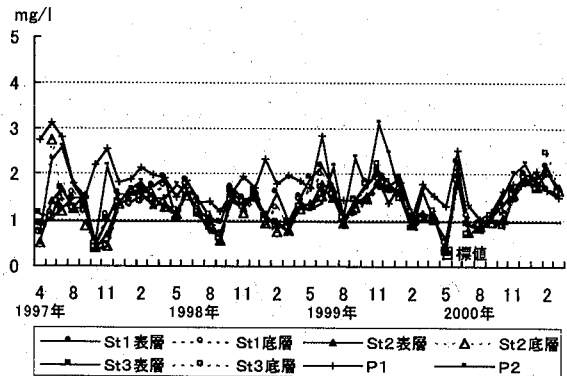


図6 T-Nの月変化

また、調整池内の水質が安定した1998年度以降のT-Nを懸濁態及び溶存態に分けると、溶存態窒素の変動は0.28~1.74mg/lと大きく、T-Nとの間には相関係数0.8812の正の相関があった(図7)。このことから、溶存態窒素がT-Nの変動に大きく寄与していることが考えられる。

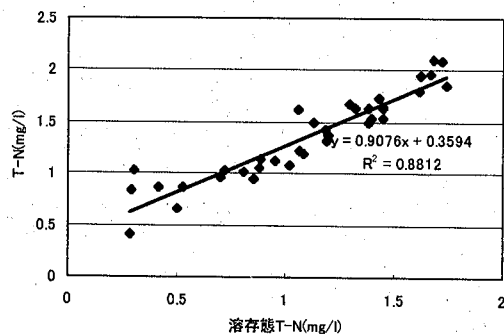


図7 T-Nと懸濁態T-Nの相関関係

(6) リン

調整池内のT-Pの月変化を図8に示す。

2000年度の調査結果では、河川の形態をもつP1を除く4地点の平均濃度は0.238mg/lで、1999年度調査より約15%減少し、地点間の変動も小さかった。これは、調整池南部のP2が1999年度に比べて34%濃度が減少したことによるものである。

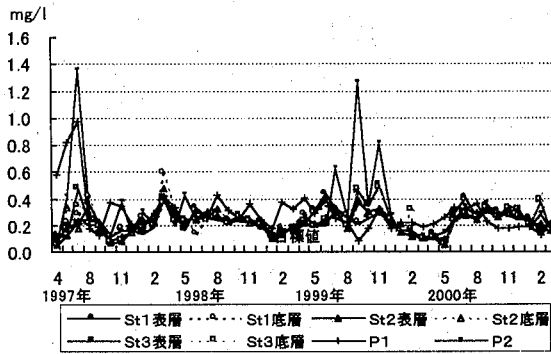


図8 T-Pの月変化

また、懸濁態リンの変動は、懸濁態COD及び懸濁態窒素の変動と良く一致していた。

(7) クロロフィルa

調整池内のクロロフィルaの月変化を図9に示す。

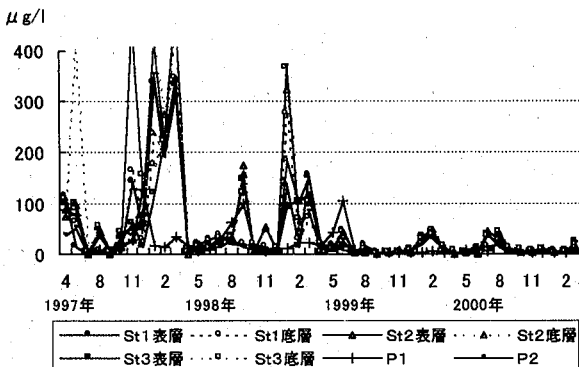


図9 クロロフィルaの月変化

調整池内では1999年度までは、冬期の1~3月にかけて植物プランクトンの増殖に伴いクロロフィルaの増加がみられたが、2000年度は7~8月にその傾向がみられた。また、クロロフィルaの増加がみられたときは、リン酸態リン及び無機態窒素の減少がみられた。

3. 底質調査

調整池内の5地点の強熱減量の変化を図10に示

す。

調整池内の底質は、St.1、St.2及びP2地点では時折貝殻等がみられる濁土であるが、St.2地点では殆ど全てが濁土であるため水分含量が他地点よりも幾分高めである。

また、強熱減量、COD、T-N及びT-Pは1998年度調査時よりもやや微増傾向にある。

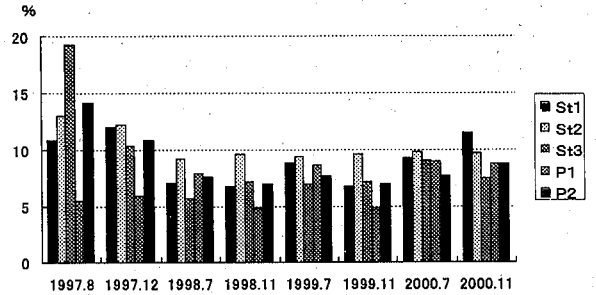


図10 強熱減量の変化

まとめ

1. 流入負荷量

水質保全計画で算定されている平成12年度流入負荷量はCODで2,698Kg/日、T-Nで1,218Kg/日、T-Pで150.8Kg/日であり、2000年度調査の結果では17河川の占める割合はそれぞれ47%、44%、30%であった。

本明川は流量が多いこともあるが、全ての項目において17河川中最も負荷量が高く、調整池の水質を目標値以下に抑えるためには、本明川の水質の改善が重要である。一方、小河川は河川全体の負荷量に占める割合は少ないが、有明川のCOD及びSS、湯田川のT-Nのように比較的負荷量の高い河川もあり、その対策が必要であると考えられる。

2. 水質現況

(1) 淡水化の状況

潮受け堤防の締切直後は急激に淡水化が進んだものの、1998年以降は100~1000mg/l程度で推移しているが、目標値である170mg/lには達していない。塩化物イオン濃度が減少しない原因として、溶出試験の結果、堤防に近いSt.2及びSt.3地点と堤防から遠いP2地点で殆ど変化がないこと、P1地点以外は乾泥当たり1~4mg/gの溶出と溶出量が多いこと等から、底質からの溶出が考えられる。

(2) 水質の現況

調整池内の水質は、2000年度の調査の結果、河川の形態をもつP1地点を除いた4地点の平均で、COD:7.2mg/l、T-N:1.38mg/l、T-P:0.238mg/lであり、水質保全目標値を達成していない。CODが高い原因としては、調整池内のCODは、懸濁態CODの影響が高いことや、懸濁態CODがSSと比較的相関があることから、風等による底質の巻き上げや植物プランクトンの増殖によるものと考えられる。T-Nは溶存態窒素の影響が大きく、クロロフィルaの増加時には懸濁態窒素が上昇し、無機態窒素が減少するという傾向がある。溶存態窒素は主に無機態窒素で構成されていると考えられ、植物プランクトン等が増加したときにこれらの溶存態窒素が消費されることから、植物プランクトンの増減がT-Nの増減に大きく影響するものと考えられる。また、懸濁態リンは懸濁態COD及び懸濁態窒素の変動と一致しており、クロロフィルaの増加時は、溶存態リンの主成分であるリン酸態リンが減少するという傾向があることから、T-Pについても植物プランクトンの増減が大きく寄与しているものと考えられる。

湖沼等においては、9～11月に植物プランクトンの増加に伴うCODの増加がみられることがあるが、調整池内では植物プランクトンの増加は冬期にみられることが多く、1～3月にクロロフィルa及びCODが増加する傾向にあったが、2000年度は夏期に植物プランクトンの増殖が確認され、それに伴いCOD及びクロロフィルaが増加した。

今後とも引き続き調整池内における汚濁機構の解明に努める必要があると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 長崎県: 諫早湾干拓調整池水質保全計画 (1997)
- 2) 本多邦隆, 他: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(第1報), 長崎県衛生公害研究所報, **43**, 86-88 (1997)
- 3) 本多邦隆, 他: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(1998年度), 長崎県衛生公害研究所報, **44**, 67-70 (1998)
- 4) 本多邦隆, 他: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(1999年度), 長崎県衛生公害研究所報, **45**, 55-58 (1999)

諫早湾干拓調整池の植物プランクトン及び底生生物調査結果(2000年度)

石 崎 修 造

Phytoplankton and Benthos of The Detention Pond Originated from Isahaya-bay Land Reclamation

Syuzo ISHIZAKI

Key word ; Isahaya Bay , Detention Pond , Phytoplankton , Benthos

諫早湾, 調整池, 植物プランクトン, 底生生物

はじめに

諫早湾は平成9年4月に淡水化を目的とした締め切り工事が実施され、4ケ年が経過した。調整池は水質汚濁の進行が懸念されているが、ここでは、今後変化が予想される生物相について調査を行ったので締め切り後4ケ年間の状況について報告する。

調査方法

1)調査地点

図1に示す5地点で調査を行ったが、植物プランクトンについては、P1及びP2は表層のみ、S1~S3は表層、底層の2層について調査を行った。

2)サンプリング方法

ア)植物プランクトン

バンドン採水器を用いて採水し、グルタルアルデヒドで固定した。実験室で10~100倍に濃縮後、検鏡用サンプルとした。

イ)底生生物

エックマンバージ採泥器を用い、1地点につき3ヶ所で採泥し、3検体を合わせて1サンプルとした。泥は1mmメッシュの網かごを用いて現場で篩い、メッシュ上に残ったものを検鏡用サンプルとした。

3)調査頻度

プランクトン:4月、8月、10月、12月の年間4回。

底生生物 :8月及び12月の年間 2回。

調査結果

(1)植物プランクトン調査

平成9年4月から平成12年12月までの各地点の植物プランクトン出現種類数及び総個体数の変化を図2、図3に示す。

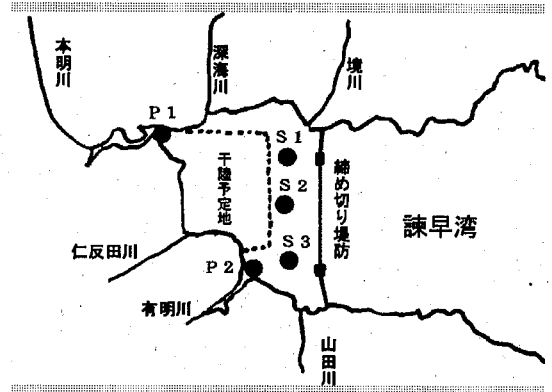


図1 調査地点

平成9年4月以降4ケ年(計16回)の調査で、特徴的な点はずぎのとおりであった。

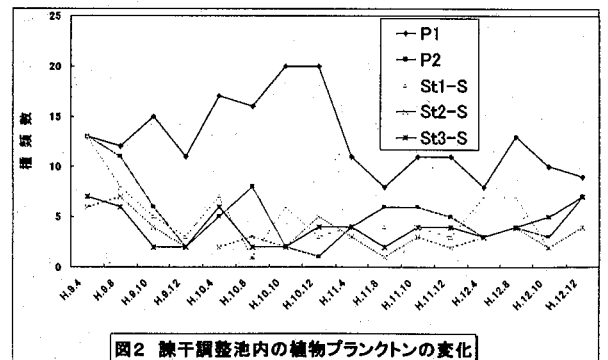


図2 諫早調整池内の植物プランクトンの変化

①P1地点は本明川の河口であることから他の地点とは明らかに状況が異なり、植物プランクトンの種類数も他の4地点より明らかに多い。

②P1地点は種類数の変動が比較的大きく、平成11年度は大きく落ち込んでいるが、沈殿量(24時間静置後に計測)の増加に伴い、種類数が減少す

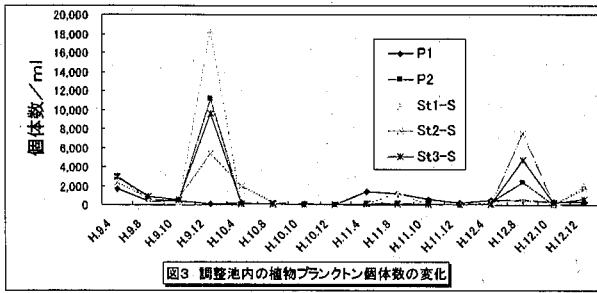


図3 調整池内の植物プランクトン個体数の変化

る傾向がみられる。沈殿物の多くは植物プランクトン以外のSS成分で、量的にはP1地点以外の方が多。ちなみに、調整池外側の有明海での沈殿量は10~20ml/m³であるが、調整池での沈殿量は200~1,800ml/m³で10~900倍に達している。

③個体数のピークが平成9年12月と平成12年8月の2回みられるが、平成9年12月は*Heterosigma* (ラフィド藻)による赤潮時、平成12年8月は*Melosira* (珪藻)の大量発生時にあたる。

沈殿量(図4)のピークも植物プランクトンのピークと連動しているが、平成11年10月の沈殿量のピークはプランクトン由来ではない。

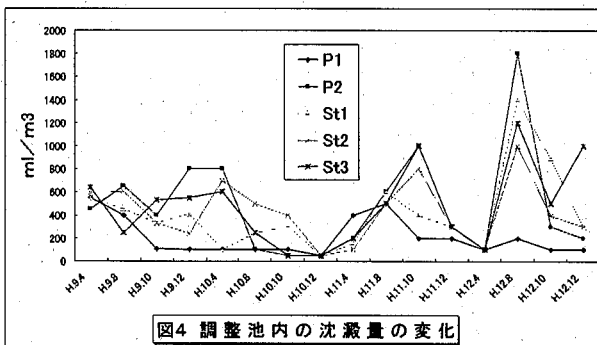


図4 調整池内の沈殿量の変化

④P2、及びS1~S3地点の種類数は平成10年度以降5種類前後で推移しているが、調整池のClイオンが500~800 mg/l の状態で安定しており、これ以上の淡水化には時間を要するものと考えられる。従って、汽水状態での植物プランクトンの生存はかなり厳しい環境であり、Clイオンはプランクトンの制限要因になっていると考えられる。

⑤平成9年4月以降に観察された赤潮現象のうち、代表的なものは平成9年11月の*Heterosigma* (ラフィド藻)、平成9年12月から平成10年1月の*Heterocapsa* (渦ベン毛藻)、及び平成11年1月の*Cyclotella* (ケイ藻)であり、以後は観察されていない。赤潮発生前後の環境変化の特徴としては、Clイオンの変化があげられるが、図5に示すように赤

潮発生前後でClイオン濃度が大きく変化(増加、または減少)しており、植物プランクトン増殖の引き金になっている可能性が高いと考えられる。最近ではClイオン濃度は比較的一定しており、赤潮現象もみられない。

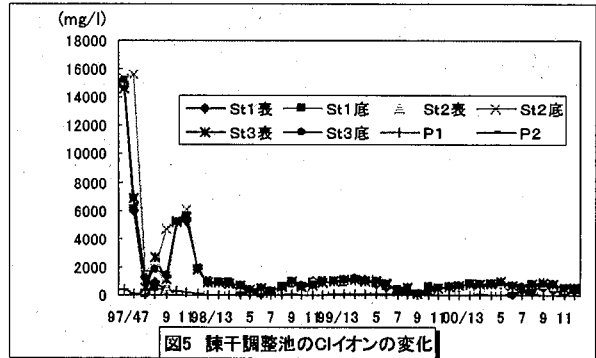


図5 諫早調整池のClイオンの変化

(2)底生生物調査

平成9年4月以降の底生生物の種類数の変化を図6に示すが、各地点とも貧弱で、貝類など2~3種類しかみられず、ヌマコダキガイが調整池の優占種となっている場合が多い。平成9年12月から平成10年8月の個体数(図7)のピークもヌマコダキガイによるもので、m²あたり2,000個体以上採集されている。ただし、以後は大きな個体数のピークはみられない。最近の傾向としては、ヤマトシジミの個体数が増える傾向がみられる。

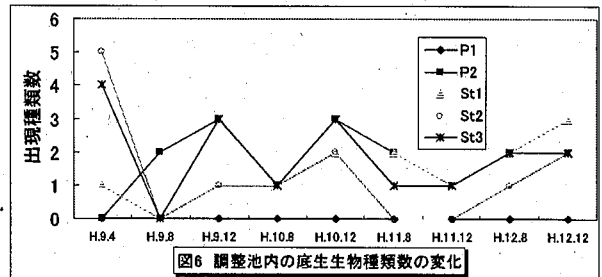


図6 調整池内の底生生物種類数の変化

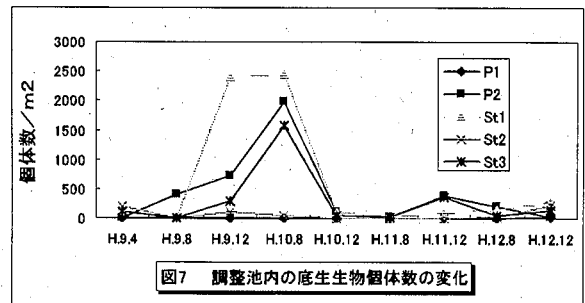


図7 調整池内の底生生物個体数の変化

まとめ

諫早湾調整池の締め切り後4年目の水質変化

を把握するため、植物プランクトン及び底生生物の調査を行った。

① P1 地点の植物プランクトンの種類数は 10 種前後とこれまでの 3 ケ年に比べ減少しているが、沈殿量の増加による影響が考えられる。

② P2 及び S1 ~ S3 地点では依然として 5 種類前後の植物プランクトンしかみられない。

③ 底生生物は各地点とも 2 ~ 3 種類しかみられず、ヌマガキガイが優占種になっていることが多いが、最近ヤマトシジミの個体数が増える傾向がみられる。

向がみられる。

参 考 文 献

- 1) 石崎修造, 他: 諫早湾調整池の植物プランクトン及び底生生物調査結果, 長崎県衛生公害研究所報, 44, 118 ~ 125, (1998)
- 2) 石崎修造, 他: 諫早湾調整池の植物プランクトン及び底生生物調査結果 (1999 年度), 長崎県衛生公害研究所報, 45, 59 ~ 64, (1999)

表 1 植物プランクトン調査結果

調査年月日:平成12年4月18日

採集方法:バンドン採水器(2)

単位:細胞/ml

調査地点	P1	P2	S1-S	S1-B	S2-S	S2-B	S3-S	S3-B
<i>Phormidium</i> sp.	10							
<i>Cyclotera</i> sp.	25							
<i>Melosira italica</i>		290	270	160	1	10	65	135
<i>Melosira granulata</i>	15							
<i>Nitzschia acicularis</i>	5	10	25	10			35	5
<i>Nitzschia linearis</i>			5	5				5
<i>Nitzschia</i> spp.	235		30	10		5		
<i>Navicula</i> spp.	185		5	30	5			5
<i>Achnantes</i> sp.	50							
<i>Scenedesmus</i> sp.	5							
<i>Schroederia</i> sp.		5	5	10	10	5	10	
<i>Pediastrum duplex</i>			1					
出現種数	8	3	7	6	3	3	3	4
出現細胞数	530	305	341	225	16	20	110	150
沈殿量 (ml/m3)	100	100	100	100	100	100	100	100

空欄は検出せず。

調査年月日:平成12年8月8日
 採集方法:バンドン採水器(2)
 単位:細胞/ml

調査地点	P1	P2	S1-S	S1-B	S2-S	S2-B	S3-S	S3-B
種名								
<i>Phormidium tenue</i>	84	8	44	60	100	150	100	100
<i>Oscillatoria</i> sp.	20		4	4				
<i>Anabaena</i> sp.	16							
<i>Cyclotella</i> sp.	48	4	4				50	
<i>Melossira italica</i>	4	2,360	528	653	7,350	9,100	4,450	4,900
<i>Nitzschia holsatica</i>		4	4					
<i>Nitzschia longissima</i>	36				50			50
<i>Nitzschia</i> sp.	32		4	8		50	50	
<i>Synedra ulna</i>	4							
<i>Navicula</i> sp.	12							
<i>Diploneis</i> sp.					50			
<i>Peridinium</i> sp.	16							
<i>Pandorina morum</i>	144							
<i>Scenedesmus perforatus</i>	84		4					50
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	4							
<i>Merismopedia tenuissima</i>				4				
出現種数	13	4	7	5	4	3	4	4
出現細胞数	504	2,376	592	729	7,550	9,300	4,650	5,100
沈殿量 (ml/m3)	200	1,800	1,400	1,300	1,000	1,300	1,200	1,200

空欄は検出せず。

調査年月日:平成12年10月11日
 採集方法:バンドン採水器(2)
 単位:細胞/ml

調査地点	P1	P2	S1-S	S1-B	S2-S	S2-B	S3-S	S3-B
種名								
<i>Phormidium tenue</i>	5							
<i>Cyclotella</i> sp.	5	20						
<i>Melossira italica</i>	145		15	10	85	40	110	180
<i>Melossira granulata</i>	10							
<i>Nitzschia</i> sp.	45	10	10			10	50	45
<i>Synedra ulna</i>	10							
<i>Navicula</i> sp.	70	5		5	10	5	5	
<i>Diploneis</i> sp.							5	10
<i>Surirella</i> sp.	5							
<i>Gyrosigma</i> sp.	5						10	
<i>Schroederia</i> sp.	5							
<i>Scenedesmus</i> sp.	5							
出現種数	10	3	2	2	2	3	5	3
出現細胞数	310	35	25	15	95	55	180	235
沈殿量 (ml/m3)	100	300	900	900	400	500	500	500

空欄は検出せず。

調査年月日:平成12年12月12日
 採集方法:バンドン採水器(2l)
 単位:細胞/ml

調査地点	P1	P2	S1-S	S1-B	S2-S	S2-B	S3-S	S3-B
種名								
<i>Phormidium tenue</i>		10					5	5
<i>Cyclotera</i> sp.	25	10		10			10	
<i>Melossira italica</i>	15	10	105	75	15	10	5	5
<i>Melossira granulata</i>	5							
<i>Melossira varians</i>	5							
<i>Melossira undulata</i>	10							
<i>Nitzschia</i> sp.	150	30	10	15	10	20	5	
<i>Synedra ulna</i>	5							
<i>Navicula</i> sp.	65	15					5	5
<i>Cymbella</i> sp.	5							
<i>Euglena</i> sp.		25		260	80	90	15	200
<i>Schroederia</i> sp.								
<i>Scenedesmus</i> sp.			5					
微細ペン毛藻		27	1,840	2,710	1,560	1,225	505	1,000
出現種数	9	7	4	5	4	4	7	5
出現細胞数	294	134	1,964	3,075	1,669	1,349	557	1,220
沈殿量 (ml/m ³)	100	200	300	300	300	300	1,000	1,500

空欄は検出せず。

表2 底生生物調査結果

底生生物の密度 (平成12年8月8日) (個体数/m²)

		P1	P2	S1	S2	S3
軟体動物	ヌマコダキガイ		33	17	17	17
	ヤマトシジミ		167	133		17
計		0	200	150	17	34

底生生物の密度 (平成12年12月12日) (個体数/m²)

		P1	P2	S1	S2	S3
節足動物	ドロクダムシ			148	207	30
軟体動物	ヤマトシジミ		15	89	15	
〃	ヌマコダキガイ			30		
	イソミミズ	15	15			104
計		15	30	267	222	134

環境ホルモン実態調査結果(2000年度)

若松大輔・徳末有香・赤澤貴光・馬場強三

Survey of Environmental Endocrine Disruptors (2000)

Daisuke WAKAMATSU, Yuka TOKUSUE, Takamitsu AKAZAWA, and Tsuyomi BABA

Key words: environmental endocrine disruptors, river water, seawater, ground water, sediment

キーワード: 環境ホルモン、河川水、海水、地下水、底質

はじめに

内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)が、人や生物に生殖機能障害等を引き起こすのではないかとされており、その環境汚染についても問題視されている。本県においては、一部の公共用水域等を対象とした過去の調査で、複数の物質が検出されており、全県的な実態把握が必要となっている。そこで、県では平成12年度から県下全域の河川・海域等について、環境ホルモン類約30種の汚染実態調査を開始した。今回は平成12年度に実施した調査結果について報告する。

調査地点および試料採取方法

今回実施した調査地点を表1に示す。なお、調査地点については行政依頼による地点と研究所が追加した調査地点からなる。底質試料については各地点3回ずつ採取し、十分混合したものを1mmメッシュのふるいに通したものを試料とした。

調査物質および分析方法

調査物質としては、環境ホルモンとされる67物質のうち、過去県内で検出された物質を中心に、類似

化合物を加えた43種(水質は40種)を対象とした。分析方法については物質ごとに環境庁から示された方法に準じている。調査物質及び分析法の概要を表2に示す。

調査結果

1. 水質

全40種のうち、検出されたものは7種類であったが、濃度はいずれも全国調査の範囲内であった。検出状況を表3に示す。ノニルフェノールは西大川で $2.9 \mu\text{g/l}$ の濃度で検出された他、半数以上の河川と海域1地点から検出された。西大川については環境庁が定める予測無影響濃度($0.6 \mu\text{g/l}$)を超過していた。また、その他一部の河川水ではアルキルフェノール類、ビスフェノールA、フタル酸エステル類などが検出された。特に西大川、時津川、喜々津川では3種類以上の物質が検出された。海域については一部で有機スズ化合物(TBT、TPT)が検出され、地下水は1地点で4-t-オクチルフェノールが検出された。

表1 環境ホルモン調査地点

媒体		検体数	調査地点
水質	河川	14	郡川、大上戸川、鈴田川、東大川、西大川、喜々津川、長与川、時津川、西海川、手崎川、大江川(以上大村湾流入河川)、境川(諫早湾流入河川) 幡録川、谷江川(以上壱岐地区河川)
	海域	7	中央中、堂崎沖、祝崎沖(以上大村湾)、島原沖、口之津港(以上有明海) 馬込港(西彼海域・大島町)、郷ノ浦港(壱岐海域)
	地下水	10	島原市2地点、諫早市2地点、小長井町 高来町、有明町、吾妻町、加津佐町、有家町、
底質	河川	5	郡川、西大川、喜々津川、長与川、谷江川
	海域	6	中央中、堂崎沖、島原沖、口之津港、馬込港、郷ノ浦港、

2. 底質

全41種のうち、検出されたものは15種類であった。検出状況を表3に示す。河川、海域ともにTBT、TPTに代表される有機スズ化合物がほとんどの地点で検出され、一部の地点については全国的に見ても比較的高濃度で検出された。河川、海域でのビスフェノール A、海域でのPCB、河川でのフタル酸ジ-2-エチルヘキシルについては検出率が高かった。その他、一部の地点でアルキルフェノール類、難分解性の農薬類が低濃度ではあるが検出された。

た、海域の底質では全ての地点で TBT が検出されたほか、他の有機スズ化合物の検出率も高く、広範囲の汚染が明らかとなった。現在、TBT、TPT については国内での使用は認められていないが、これらについては一部海水で検出されており、推移を見守る必要がある。

今後は、引き続き調査を継続する一方、検査項目についても対象を広げ、より分析の効率化を図ることが求められる。

おわりに

今回の調査を通じ、本県における汚染状況が明らかとなった。濃度的には全国調査の範囲内にあるものの、多くの河川水質・底質からビスフェノール A およびノニルフェノールが検出され、特に底質では比較的多くの物質が検出された。ま

表2 調査物質および分析法の概要

物質名	分析法の概要
ジブチルスズ(DBT)、トリブチルスズ(TBT) ジフェニルスズ(DPT)、トリフェニルスズ(TPT) ジオクチルスズ	(水質)エチル誘導体化-ヘキサン抽出-精製・濃縮・定容-測定(GC/MS) (底質)塩酸メタノール/酢酸エチル混液で抽出以降、水質と同様。
4-t-ブチルフェノール、4-n-ペンチルフェノール 4-n-ヘキシルフェノール、4-n-ペプチルフェノール 4-n-オクチルフェノール、4-t-オクチルフェノール ノニルフェノール、2,4-ジクロロフェノール ビスフェノール A	(水質)ジクロロメタン抽出-エチル誘導体化-精製・濃縮・定容-測定(GC/MS) (底質)アセトン抽出-NaCl 添加-ジクロロメタン抽出以降、水質と同様
フタル酸ジエチル、フタル酸プロピル フタル酸-ジ-イソブチル、フタル酸-ジ-n-ブチル フタル酸-ジ-n-ペンチル、フタル酸-ジ-n-ヘキシル フタル酸-ジ-シクロヘキシル フタル酸-ジ-2-エチルヘキシル	(水質)Dean-Stark 蒸留(溶媒:ヘキサン)-測定(GC/MS) ヘキサン抽出-測定(GC/MS)を併用 (底質)アセトニトリル抽出-NaCl 添加-ヘキサン抽出-一部分取-精製・定容-測定(GC/MS)
cis-クロロデン、trans-クロロデン、オキシクロロデン cis-ノナクロル、trans-ノナクロル アルドリノ、ディルドリン、マラチオン α -HCH、 β -HCH、 γ -HCH、 δ -HCH、HCB o,p-DDT、p,p-DDE、o,p-DDE、p,p-DDD、o,p-DDD	(水質)ヘキサン抽出-精製・濃縮・定容-測定(GC/MS) (底質)アセトニトリル抽出-NaCl 添加-ヘキサン抽出-精製・定容-測定(GC/MS)
4-ニトロトルエン(底質のみ)	Dean-Stark 蒸留(溶媒:ヘキサン)-精製・濃縮・定容-測定(GC/MS)
カルベンダジム(底質のみ)	メタノール抽出-酢酸エチル/HCl 抽出-ジクロロメタン抽出-精製・濃縮・定容-測定(HPLC/FL)
PCB(底質のみ)	アルカリ分解-ヘキサン抽出-精製・濃縮・定容-測定(ECD/MS)

表3 平成12年度調査結果(記載のない物質はすべて報告下限以下)

(単位:水質 $\mu\text{g/l}$ 底質 $\mu\text{g/kg-dry}$)

検出された物質	濃度範囲	区分	検出された地点	全国調査結果 ¹⁾ (検出率)
トリブチルスズ(TBT)	<0.003~0.006	海域水質	郷ノ浦港	<0.01~0.09(9%)
	1.2~170	河川底質	長与川、喜々津川、郡川、谷江川、西大川	<0.1~200(63%)
		海域底質	口之津港、島原沖、中央中、堂崎沖、馬込港、郷ノ浦港	
トリフェニルスズ(TPT)	<0.001~0.002	海域水質	中央中、馬込港	<0.01~0.004(0.3%)
	<0.1~11	河川底質	喜々津川、谷江川	<0.1~16(63%)
		海域底質	口之津港、島原沖、中央中、郷ノ浦港	
ジブチルスズ(DBT)	<0.003~0.020	海域水質	堂崎沖、郷ノ浦港	未調査
	5.3~480	河川底質	長与川、喜々津川、郡川、谷江川、西大川	未調査
		海域底質	口之津港、島原沖、中央中、堂崎沖、馬込港、郷ノ浦港	
ジフェニルスズ(DPT)	<0.1~2.4	河川底質	喜々津川	未調査
		海域底質	口之津港、島原沖、中央中、郷ノ浦港	
ジオクチルスズ	<0.1~1.5	河川底質	長与川、喜々津川、郡川、谷江川	未調査
		海域底質	口之津港、島原沖	
2,4-ジクロロフェノール	<0.01~0.02	河川水質	時津川、喜々津川	<0.01~0.2(11%)
	<5~5.1	海域底質	郷ノ浦港	<5~230(2%)
4-n-ペンチルフェノール	<5~6.6	海域底質	馬込港	<5
4-n-ヘキシルフェノール	<5~5.3	海域底質	馬込港	<5
4-n-ペプチルフェノール	<5~6.6	海域底質	馬込港	<5
4-n-オクチルフェノール	<5~6.6	海域底質	馬込港	<5
4-t-オクチルフェノール	<0.01~0.014	河川水質	西大川	<0.01~13(45%)
	<5~11	地下水質	諫早市	
ノニルフェノール	<0.05~2.9	河川水質	西海川、時津川、長与川、喜々津川、西大川、東大川、幡銚川、谷江川、境川	<0.05~21(50%)
		海域水質	中央中	
	<50~580	河川底質	谷江川、西大川	<50~12,000(40%)
		海域底質	中央中	
ビスフェノール A	<0.025~0.04	河川水質	手崎川、時津川、喜々津川、西大川、幡銚川、谷江川	<0.01~1.7(58%)
	<5~31	河川底質	喜々津川、谷江川、西大川	<5~270(40%)
		海域底質	口之津港、島原沖、中央中、堂崎沖、馬込港、郷ノ浦港	
フタル酸-ジ-n-ブチル	<100~1,200	河川底質	長与川、喜々津川、西大川	<25~2,000(42%)
フタル酸-ジ-2-エチルヘキシル	<1.0~2.1	河川水質	時津川、境川	<0.3~9.9(32%)
	<100~3,300	河川底質	長与川、喜々津川、谷江川、西大川	<25~210,200(83%)
		海域底質	馬込港、郷ノ浦港	
β -HCH	<10~25	海域底質	馬込港	<10
p,p-DDE	<5~5.0	海域底質	郷ノ浦港	<5
o,p-DDD	<5~5.1	海域底質	郷ノ浦港	<5
p,p-DDD	<5~18	海域底質	馬込港	<5
カルベンダジム	<2~8.3	河川底質	郡川	<12(9%)
PCB	<4~220	海域底質	口之津港、中央中、堂崎沖、郷ノ浦港	<0.02~2,200(87%)

1) 環境庁実施の環境ホルモン緊急全国一斉調査(平成10~11年度)結果より引用

イボニシに関する環境ホルモンの影響調査(予備調査)

田中良徳・石崎修造

Effect of Environmental Endocrine Disruptors in *Thais clavigera*
in Nagasaki Prefecture

Yoshinori TANAKA Syuzo ISHIZAKI

Key word : *Thais clavigera*, Imposex

キーワード: イボニシ、インポセックス

はじめに

雌の巻き貝類にオスの生殖器官(ペニスと輸精管)が形成されて発達するインポセックス現象(写真1)は、ある種の有機スズ化合物(トリブチルスズ(TBT)やトリフェニルスズ(TPT))によって引き起こされ、重症になると産卵障害を伴う場合があることが知られている。¹⁾ 1969年イギリスのプリマスで発見されて以降、現在までにインポセックス現象が観察された例は140種を超えている。堀口らは日本での調査を実施しており、海産巻き貝類のインポセックスの出現率は100%もしくはほぼ100%であると報告している¹⁾⁻³⁾。長崎県内では長崎港、佐世保港及び対馬のある地点で調査がされており、同様の結果が報告されている。しかし、県内全域で貝類の雄化現象が起きているかは明らかでない。ここでは県央、県南部におけるイボニシに関する環境ホルモンの影響のうち、今年度は形態異常の現状を予備調査として実施したので報告する。

調査方法

1. 調査試料

イボニシ(新腹足目アクキガイ科)

2. 試料採取地点

図1に示す県本土の海岸9地点

3. 調査時期

2000年7月～9月

4. 調査項目

性別、ペニスの有無、ペニス長、ペニスの形状、
相対ペニス長指数(RPL index)5. 性別の判断方法について¹⁾

検体は各地点50個体以上採取し、30個体を実

体顕微鏡で観察した。検体(貝)の貝殻を割り、軟体部の組織を観察し、雌特有の付属器官(卵囊腺(capsule gland)、卵白腺(arubumen gland)及び貯精囊(sperm-injecting gland))のあるものを雌、ないものを雄とした。また、外套膜を切開しペニスの有無を確認した後、ペニスのあるものについてはその長さを測定した。

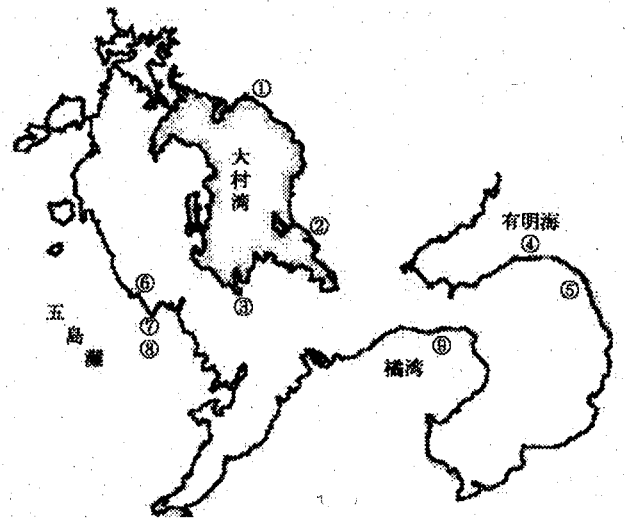


図1 試料採取地点

結果及び考察

調査結果を表1に示す。

今回調査した9地点中8地点で雄化した雌個体が確認された。その出現率は最高53%(地点⑦)で、堀口らが行った調査とは異なる傾向を示した。重症の個体群が出現する地点では雌の割合(性比)が低下する²⁾が、地点②を除いて雌の性比がほぼ同じもしくはそれ以上であった。

インポセックスの出現率が高い地点では capsule grand が変質した真っ黒い卵囊塊を持つ個体が発見することもあるが、今回の試料では観察されなかった。地点③ではインポセックス個体は全く観察されず、採取時に橙色の卵を産卵している様子が確認された。

RPL index は貝の奇形度を表す指数として用いられており¹⁾、今回観察した試料について算出した。堀口らの調査(H8 ~ 11)では長崎港の RPL index は 89 と高い値を示していたが、今回の調査では最高 31 で、低い値を示す地点が多数あった。

採取した海域ごとに今回の結果を考えると、大型船の航行量が多く、造船業が盛んであった長崎港近海では、調査した地点の中でも有機スズ化合物の影響を比較的大きく受けているのではないかと推

測される。これに対し、他の海域では原因と思われる一定の傾向が見られなかった。今後、調査地域を拡大し、県内の状況を明らかにしていく必要がある。

まとめ

今回の調査ではインポセックスの出現率が 100% もしくはほぼ 100% の地点はなく、堀口らが行った全国的な調査結果とは異なる傾向を示した。このことは、形態異常(インポセックス)が全国一律なものではなく出現率が地域によって異なる可能性を示している。そこで、平成 13 年度から県下全域の貝類に対する環境ホルモンの影響を水質調査及び周辺地域の状況と併せて調査し、実態を明らかにしていく予定である。

表 1 イボニシ形態調査結果

地点	海域	採取地点	殻高 ^{*1} (mm)	殻幅 ^{*1} (mm)	体重 ^{*1} (g)	雌の割合(%)	imposex 出現率(%)	RPL index ^{*2}
①	大村湾	川棚町音琴	22.3	13.8	2.2	63	5.2	3.5
②		大村市寺島	25.4	16.5	3.5	32	50	10
③		時津町七工区	27.7	15.0	3.1	57	0.0	0.0
④	有明海	国見町土黒	30.1	17.6	3.8	53	6.3	0.3
⑤		有明町小路	26.7	16.6	3.1	63	42	10
⑥	五島灘 (長崎港 近海)	外海町黒崎	20.7	14.2	2.1	58	5.6	5.2
⑦		長崎市小江1	20.1	10.1	1.7	57	53	27
⑧		長崎市小江2	23.2	15.4	2.6	83	44	30
⑨	橋湾	森山町唐比	21.8	14.7	1.9	82	29	31

* 1 各地点の平均値

* 2 $RPL\ index = \{ (雌の平均ペニス長) / (雄の平均ペニス長) \} \times 100$

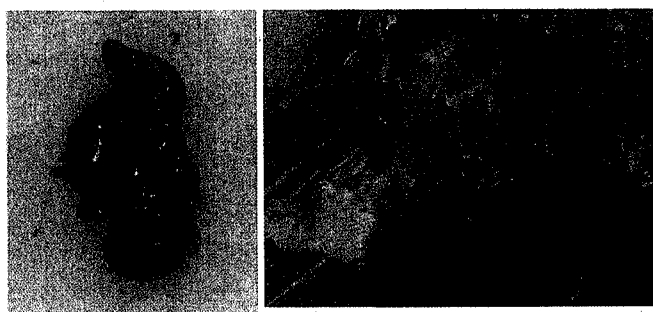


写真 1 軟体部(左)及びペニスの拡大写真(右)

参考文献

- 堀口敏宏、清水誠: 貝類及びその他の生物 有機スズ汚染と水生生物影響, 恒星社厚生閣刊, pp.99-135, (1992)
- 堀口敏宏: インポセックスー巻き貝における雌の雄

化現象, 海洋と生物 117 vol.20, No.4, pp283-288, (1998)

- 堀口敏宏、他: 有機スズ汚染と腹足類のインポセックスの経年変化と現状, 沿岸海洋研究, 第 37 巻, 第 2 号, pp7-13, (2000)

環境水の異なる保存温度での細菌数の経時変化

田中良徳・石崎修造

The Change of Bacterial Number at Different Storage Temperature

Yoshinori TANAKA Syuzo ISHIZAKI

Key word : Storage Temperature , Bacterial Number

キーワード: 保存温度、細菌数

はじめに

環境水に存在する大腸菌群数の測定は、その水域の汚染状況を把握するための重要な項目の1つとして現在も検査を継続している。環境水の大腸菌群の検査は、現場で培地に接種することを原則としているが、実際の現場では不可能である。そのため、検体の保存及び運搬方法が、「水質汚濁に係る環境基準について(環境庁告示第五十九号)」によって「試料採取後直ちに試験ができないときは、冷蔵して数時間以内に試験すること」と定められている。ところが、何らかの事情等で検査が採取後すぐにできないことも考えられる。また、冷蔵した状態で検査時まで保存しても検体中の細菌数は変化することが予測される。そこで、大村湾及び大村湾流入河川の検体を例にし、様々な保存温度での細菌数の経時変化を調査した。

調査方法

1. 検体採取地点

大村湾: 6地点 (①早岐港、②川棚港、③久山港沖、④喜々津川沖、⑤形上湾、⑥ポート場沖)

大村湾流入河川: 6地点 (東大川、西大川、喜々津川、時津川、大江川、大明寺川)

2. 調査時期

平成 12 年 5 月～12 月

大村湾: 平成 12 年 5 月 15 日、8 月 7 日、12 月 4 日

大村湾流入河川: 平成 12 年 5 月 10 日、8 月 23 日、10 月 2 日

3. 調査項目

採取した検体を 5℃、15℃、25℃に保存し、24 時間後及び 48 時間後の大腸菌群数 (BGLB 最確

数法) 及び一般細菌数 (標準寒天培地平板法) を調査した。

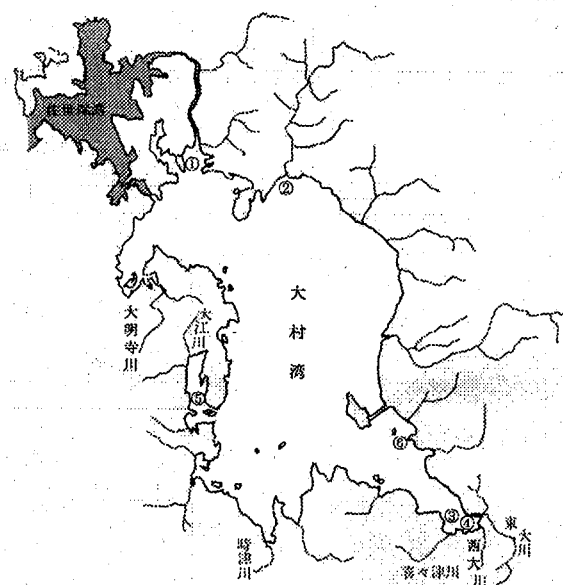


図1 検体採取地点

調査結果

1. 大村湾の場合

検査結果を図2～10に示す。

海水の場合、いずれの保存温度においても検体を長時間保存すると大腸菌群は塩分の影響を大きく受け、時間の経過とともに概ね大腸菌群数は減少している。ただし、12月に採取した久山港、喜々津川沖の2検体では、48時間経過しても大腸菌群数の変化が小さかった。両者に共通する点としては、今回の検体の中では最も大腸菌群の汚染度が高く、湾奥部に位置することがあげられる。

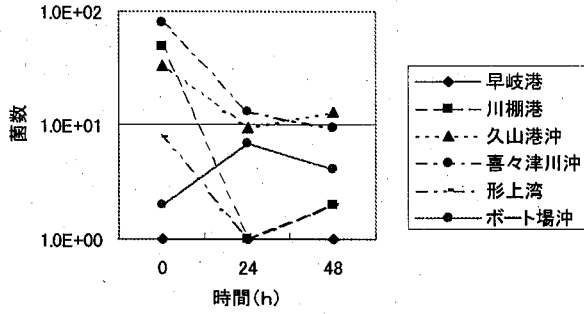


図2 保存温度 5 °Cの時の菌数変化(5月)

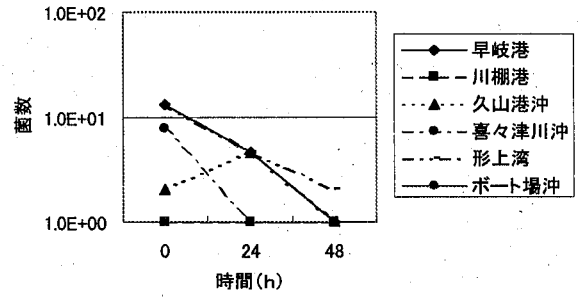


図6 保存温度 15 °Cの時の菌数変化(8月)

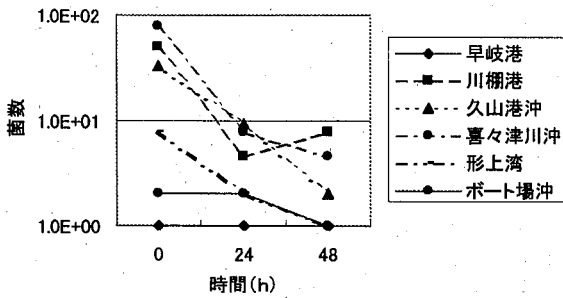


図3 保存温度 15 °Cの時の菌数変化(5月)

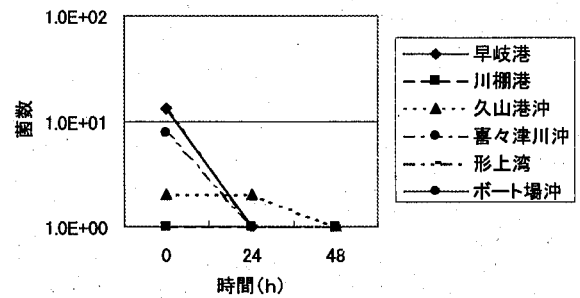


図7 保存温度 25 °Cの時の菌数変化(8月)

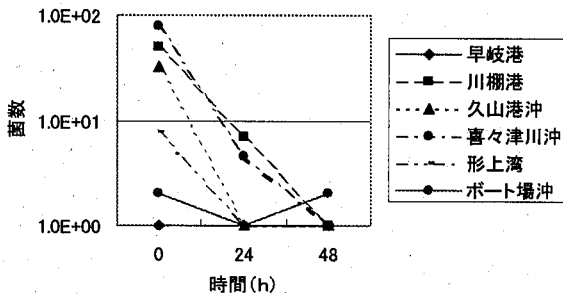


図4 保存温度 25 °Cの時の菌数変化(5月)

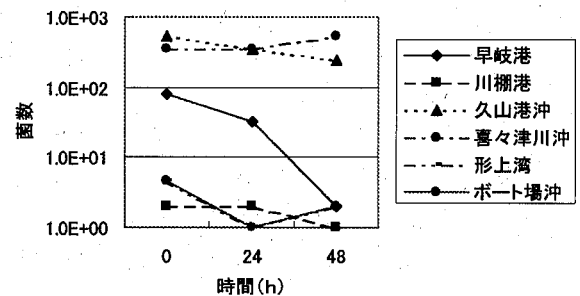


図8 保存温度 5 °Cの時の菌数変化(12月)

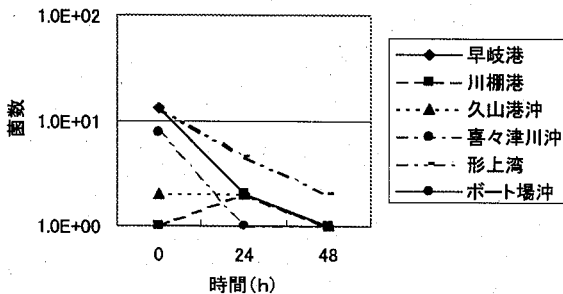


図5 保存温度 5 °Cの時の菌数変化(8月)

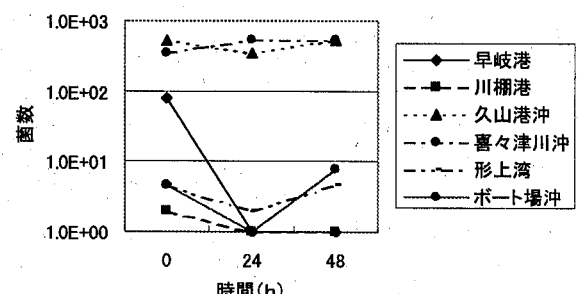


図9 保存温度 15 °Cの時の菌数変化(12月)

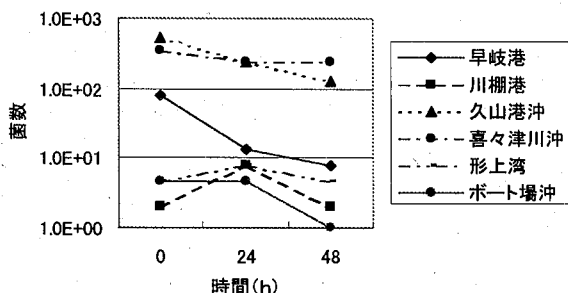


図 10 保存温度 25 °C の時の菌数変化 (12 月)

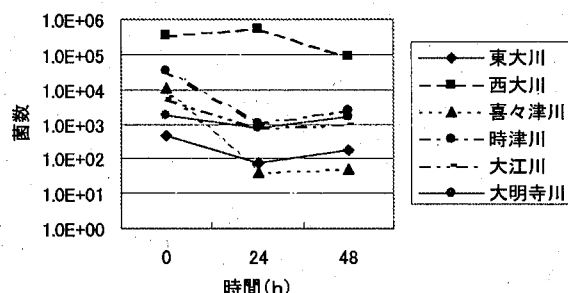


図 12 保存温度 15 °C の時の菌数変化 (5 月)

2. 大村湾流入河川の場合

検査結果を図 11 ~ 19 に示す。

5 月に採取した検体では各保存温度とも 24 時間後は有意に大腸菌群数が減少しているが、最も汚染度の高い西大川については各温度とも 48 時間後も大腸菌群数に大きな変化はなかった。

8 月に採取した検体では、各保存温度とも 24 時間後の大腸菌群数の変化に有意差はなかった。全体的には 5 月の検査結果に似た傾向を示し、時間の経過とともに大腸菌群数は減少したが、大腸菌群数の減少の大きさを比較するとすべての保存温度で小さかった。

10 月に採取した検体は、24 時間後の大腸菌群数は有意に変化しているものの、15 °C においては増殖しており、保存温度によって異なる傾向が見られた。

全体的に見ると、保存温度、採取時期によって細菌数が増加するものがまれに見られるが、時間の経過とともに大腸菌群数は減少し、河川水は海水と比べて菌数の変動が少ないように思われる。

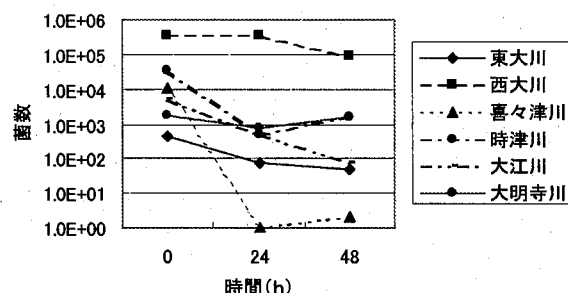


図 13 保存温度 25 °C の時の菌数変化 (5 月)

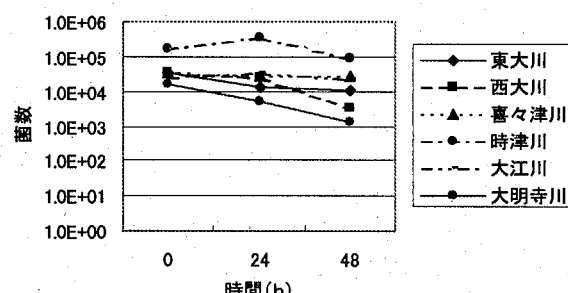


図 14 保存温度 5 °C の時の菌数変化 (8 月)

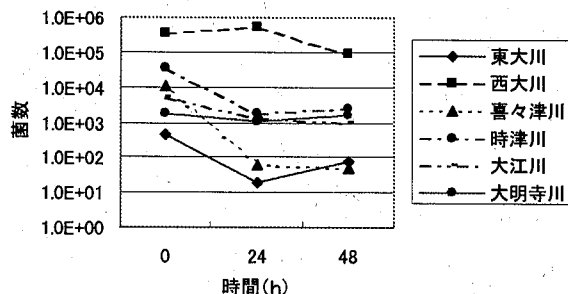


図 11 保存温度 5 °C の時の菌数変化 (5 月)

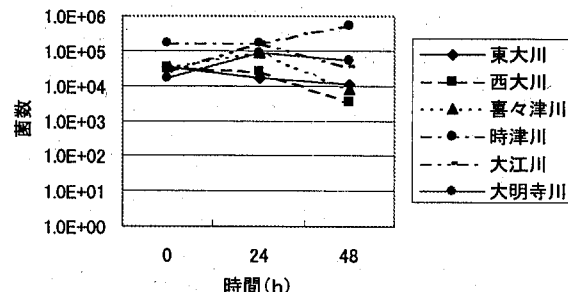


図 15 保存温度 15 °C の時の菌数変化 (8 月)

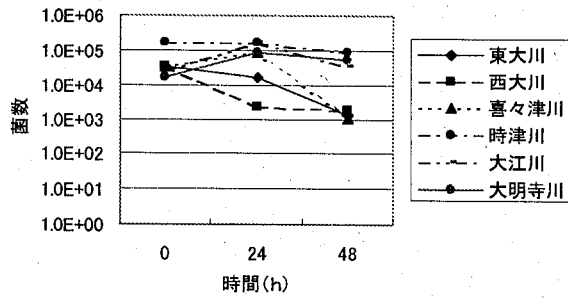


図 16 保存温度 25 °C の時の菌数変化 (8 月)

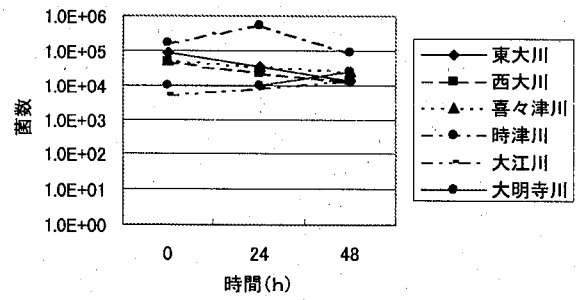


図 19 保存温度 25 °C の時の菌数変化 (10 月)

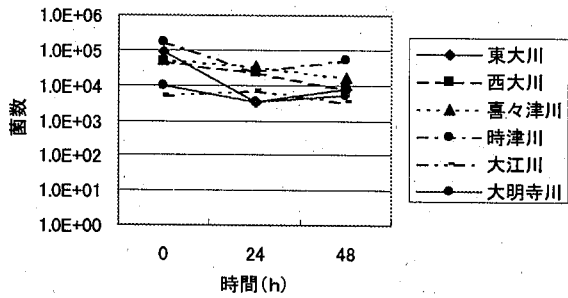


図 17 保存温度 5 °C の時の菌数変化 (10 月)

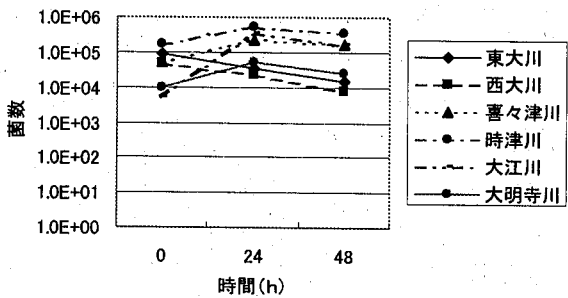


図 18 保存温度 15 °C の時の菌数変化 (10 月)

まとめ

大腸菌群数の検体が海水の場合、河川水と比べ存在している菌数が少なく、長時間保存した場合はほとんど生残しなかった。

河川水の検体の場合でも、時間経過とともに大腸菌群数は変化し、採取直後の大腸菌群数を推定することは難しいことが明らかとなった。

検体の運搬が低温であっても放置時間が長ければ菌数の変化はそれだけ大きくなり、正確な菌数を測定することができない。よって、大腸菌群検査の際は検体採取後の温度管理に十分注意し、検査施設に搬入後はなるべく迅速に処理することが肝心である。