

ISSN 1340-2676

岐阜県保健環境研究所報

第 11 号
平成 15 年

Report of Gifu Prefectural Institute
of Health and Environmental Sciences

No.11, 2003

岐阜県保健環境研究所

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

はじめに

当研究所は、旧衛生研究所と旧公害研究所の統合を経て、平成11年に現在の健康科学センターに移転し現在に至っております。この間、各方面から温かいご支援、ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。所員は「県民の健康の保持・増進と環境の保全と活用」をスローガンにそれぞれの分野で職務に励んでおります。

昨今来、残留農薬などの食の安全性をはじめ、違法な健康食品、感染症、食中毒、地下水汚染、不法投棄などヒトの健康・環境に影響及ぼす事例が発生し問題となっております。当研究所は県下の保健及び環境分野の科学的・技術的な中枢機関として役割を担っており、これらに対処するため関係機関と連携しながら業務を行っています。また、公衆衛生情報の収集・解析・提供の他、研修、技術指導にも携わっています。これらの業務により県民の皆様が安全・安心な生活が営まれるよう努力しています。

健康・環境に関して県民の要望に答え、県民に役立つ調査研究を「研究開発立県」の達成を目指して推進しています。産学官の連携及び連携大学院制度の活用、さらに他の研究機関との連携により一層成果が上がるよう取り組んでおります。県の推進施策である県民壮年期の3大生活習慣病による死亡者の半減を目指した「健康障害半減計画」にも貢献できる研究も進めています。

また、当研究所は、公的な機関として地方・全国のネットワークがあり、これらを活用しながら突発的な事例に対処できるよう健康・環境危機管理体制を整えることも重要であります。県民の立場に立って、総合的な見地から研究所のあり方について考えていく必要があると思います。

昨年度までは、研究論文など掲載の岐阜県保健環境研究所報及び業務内容を取りまとめた岐阜県保健環境研究所業務概要を別々に発刊してきましたが、今年度より当研究所の研究活動並びに業務内容が一読できるよう両誌を統合し、効率化を図りました。

今回の新しい体裁の所報をご高覧の上、ご意見、ご指導を賜れば幸いに存じます。

平成15年11月

岐阜県保健環境研究所

所長 木方 正

目 次

I 調査研究報告

[総説]

異担子菌類に属するキノコの多糖の化学構造と生物活性について 1

木方 正

[論文]

岐阜県内河川環境中のダイオキシン類－汚染起源の推定と寄与率の試算－ 9

安田 裕, 村瀬秀也, 大平武俊

全国と比較した岐阜県民の健康状況について 15

田中 耕, 森 洋隆, 丹羽文恵, 望月朝味, 日置敦巳

[資料]

溶融スラグの土木資材利用時の環境影響について 21

岡 正人, 形見武男, 安田 裕, 渡辺祐二, 青山光治, 後藤益弘

飛騨地域における細菌性赤痢集団発生とその分子疫学的解析 27

白木 豊, 板垣道代, 山田万希子, 所 光男, 高野裕光, 圓田辰吉, 小林香夫, 出口一樹

岐阜県下の循環式浴槽水および冷却等塔水におけるレジオネラ属菌実態調査（1999－2002） 31

板垣道代, 白木 豊, 山田万希子, 奥村拓矢, 加藤美好

岐阜県における腸炎ビブリオ食中毒の発生動向と分離株血清型の変動（1980－2002） 39

山田万希子, 白木 豊, 板垣道代, 所 光男

II 他誌掲載・学会発表

1 他誌掲載論文 47

2 学会等発表 56

III 業務概要

1 沿革 59

2 運営概要 59

2.1 組織 59

2.2 職員数 59

2.3 分掌事務 59

2.4 職員名簿 61

2.5 予算及び決算 62

2.6 土地建物・施設 63

3 研究及び検査の概要	66
3.1 健康科学担当	66
3.2 保健科学部	68
3.3 生活科学部	73
3.4 環境科学部	78
4 技術指導及び援助	83
4.1 保健所検査担当者等の研修	83
4.2 講師派遣	84
4.3 研修生の受入	85
4.4 来所者等への個別指導	85
5 行 事	86
5.1 会議等	86
5.2 研修会等	88
5.3 学会等	89
5.4 講演会等	90
6 検査備品及び図書	91
6.1 主要検査備品	91
6.2 新規購入図書	94

CONTENTS

[REVIEW]

Chemical Structures and Biological Activities of the Mushrooms belonging to Heterobasidiomycetes.....	1
Tadashi KIHO	

[ARTICLE]

PCDDs/DFs and Co-PCBs in River Samples in Gifu Prefecture	
-Estimation of PCDD/DF Sources and their Contribution Ratios-	9
Yutaka YASUDA, Hideya MURASE, Taketoshi OHIRA	

Comparison of the results of Nutrition Survey in Gifu Prefecture and in Japan, 2000	15
Tagayasu TANAKA, Hirotaka MORI, Fumie TANGE, Asami MOCHIDUKI, Atsushi HIOKI	

[REPORT]

Influence to the Surrounding Environment in the Utilization of Molten Slag to Public Works	21
Masato OKA, Takeo KATAMI, Yutaka YASUDA, Yuji WATANABE, Koji AOYAMA, Masuhiro GOTO	

Molecular epidemiology of an outbreak of shigellosis in Hida	27
Yutaka SHIRAKI, Michiyo ITAGAKI, Makiko YAMADA, Mitsuo TOKORO, Hiromitsu TAKANO, Tatsuyoshi ENDA, Yoshio KOBAYASHI, Kazuki DEGUCHI	

Occurrence of <i>Legionella</i> in whirlpool bathes and cooling towers between 1999 and 2002 in Gifu	31
Michiyo ITAGAKI, Yutaka SHIRAKI, Makiko YAMADA, Takuya OKUMURA, Miyoshi KATO	

Occurrence of <i>Vibrio parahaemolyticus</i> Foodborne Outbreaks in Gifu during 1980 to 2002 and Serotype Analysis of the Pathogens	39
Makiko YAMADA, Yutaka SHIRAKI, Michiyo ITAGAKI, Mitsuo TOKORO	

総 説

異担子菌類に属するキノコの多糖の化学構造と生物活性について

木方 正

要 旨

異担子菌類に属するキクラゲ (*Auricularia auricula-judae*), シロキクラゲ (*Tremella fuciformis*), 金耳 (*Tremella aurantia*) は、中国において食用及び薬用に用いられてきた。これらのキノコはゼラチン質の子実体を作り (jelly mushroom), 酸性ヘテログリカンを多量に含み、これは水に溶けて高粘性を示す。これらの酸性ヘテログリカンは次のような特徴的な化学構造を有する：これらはグルクロノキシロマンナンであり、側鎖に β -D-キシロース及び β -D-グルクロン酸を有する 1,3 結合の α -D-マンノースの主鎖から構成され、O-アセチル基を含む。この酸性ヘテログリカンは有意に抗糖尿病作用、抗高脂血症作用、コレステロール低下作用などを示した。

キーワード：キノコ、キクラゲ、シロキクラゲ、金耳、抗糖尿病作用

1 はじめに

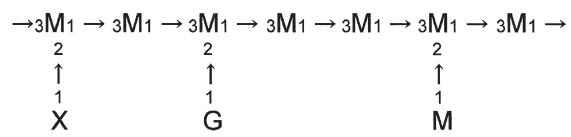
食用、薬用に用いられているキノコのほとんどは担子菌類に属し、これはさらに同担子菌類と異担子菌類に大別される。両者は担子柄の相違によって区別されている。マツタケ、シイタケ、マイタケ、マンネンタケなど大部分のキノコが同担子菌類であるのに対して、異担子菌類のキノコはキクラゲ、シロキクラゲなど種類は少ないが、中華料理によく用いられるキノコである。これらの子実体は一般にゼラチン質で jelly mushroomともいわれており、その食感が好まれている。この性質は子実体に多く含まれるデンプン系でない多糖成分に基づいており、乾燥子実体の 6 ~ 7 割が水膨潤性の多糖である。これを摂取することにより粘質性の多糖成分（食物纖維）が溶解し、スポンジ様の働きをして有害物などを排出させ、腸管内をきれいにする。前報¹⁾においては同担子菌類のキノコの有用性物質について報告したが、今回は、異担子菌類を代表するキクラゲ科 (*Auriculariaceae*) のキクラゲ及びシロキクラゲ科 (*Tremellaceae*) のシロキクラゲ、金耳の多糖の構造並びに抗糖尿病作用などの生物活性を中心として紹介する。

2 キクラゲ（木耳）

キクラゲ (*Auricularia auricula-judae* (Fr.) Quel) は中華料理に欠くことのできないキノコである。auricula-judae はユダヤ人の耳の意味であり、キノコの形状をあらわしている。このキノコは暗褐色～黒褐色で、各種の広葉樹の枯れ木に群生するが、中国において人工栽培が盛んに行われている。生のキノコは水分含量が非常に高く (93 %)，保存には適しないので乾燥品として市販されている。一般のキノコと比較した成分の特徴としては、食物纖維を含めた炭水化物が乾物の約 83 %と大変多く、タンパク質と脂質の含量は少ないと、無機質のカルシウム及びビタミン D (乾物) を多く含むことである²⁾。漢方では、リウマチ性の疼痛、手足のしびれ、産後の虚弱、子宮出血、嘔吐などに用いる。

2.1 酸性ヘテログリカンの化学構造と生物活性

乾燥キクラゲ子実体を粉碎後、アルコールなどの有機溶媒で抽出 (ソックスレー抽出) して脂質成分などを除去した残渣を熱 70 % 水溶性エタノール、次いで熱水にて抽出する。遠心分離、ろ過によって得た各抽出液を透析により低分子物質を除き、エタノール沈殿あるいは陽イオン界面活性剤 (CPC) との複合体形成などによって精製し、超遠心分析及びゲルろ過で均一



M=α-D-mannose, X=β-D-xylose, G=β-D-glucuronic acid

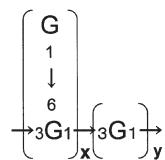
図1 キクラゲの酸性ヘテログリカンの化学構造

な多糖を70%水溶性エタノール抽出では4%，熱水抽出では16%と高収率で得ることができた³⁾。これらは高分子量で水によく溶けて高い粘性を示し、主として、グルクロン酸、マンノース、キシロースからなる酸性ヘテログリカン（酸性多糖）である。部分的にO-アセチル基が糖鎖に結合しており、その含量は70%水溶性エタノール抽出多糖では15%と多く含む。構造をメチル化分析、部分加水分解、スマス分解、NMRなどによって検討した結果、1,3結合のα-D-マンノース残基を骨格とし、そのいくらかのマンノース残基の2位に非還元末端のβ-D-キシロース残基あるいは非還元末端のβ-D-グルクロン酸残基が結合していることが示された^{3, 4)}（図1）。

キクラゲの生物活性については次のような報告がある：遺伝的インスリン非依存型糖尿病（NIDDM）マウスがキクラゲの水溶性多糖（飼料kg当たり30g）を4週間摂取した場合、血糖値とインスリン濃度が低下し、さらに耐糖能が改善した⁵⁾。血清のコレステロール値を低下させる作用も知られている²⁾。血小板凝集阻害剤は虚血性疾患や血栓性疾患に用いられているが、キクラゲの熱水抽出液はヒトの血小板凝集作用を阻害した⁶⁾。キクラゲの水溶性多糖が抗炎症（ラットのカラギーナン浮腫の実験）作用を示した⁷⁾。しかし、動物実験においてキクラゲ熱水抽出エキスの抗腫瘍作用は同担子菌類のキノコの熱水抽出エキスに比較して弱かった⁸⁾。

2.2 (1→3)-β-D-グルカンの化学構造と抗腫瘍作用

子実体の熱水抽出液から水溶性の(1→3)-β-D-グルカン（I）が低収率で、熱水抽出液の残渣の1N NaOH抽出液より水不溶性の(1→3)-β-D-グルカン（II）が高収率で得られる⁴⁾。両β-D-グルカンはいずれも1,3結合のβ-D-グルコースの主鎖があり、その一部が6位で分岐したβ-D-グルコースを有する構造である。グルカン（I）の分岐度(x/[x+y])は2/3である（図2）のに対して、グルカン（II）の分岐度は3/4と高い。分岐度は抗腫瘍作用（免疫賦



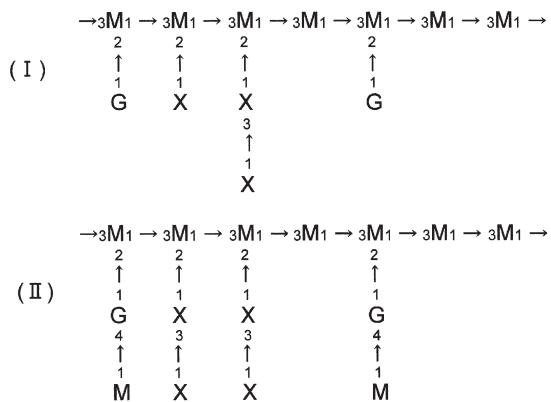
G=β-D-glucose

図2 (1→3)-β-D-グルカンの化学構造

活作用）と相関性があり、シイタケ、スエヒロタケからそれぞれ得られるβ-D-グルカンであるレンチナン及びシゾフィラン（図2においてx:y=1:2）の分岐度は1/3あり、この程度の分岐度のものは抗腫瘍活性が高いが、分岐度が低かったり、高すぎるグルカンは活性が低い。活性の低いグルカン（II）を過ヨウ素酸酸化すると、側鎖のグルコース残基が酸化分解される。次に、酸化によって生じたアルデヒドを水素化ホウ素ナトリウムにて還元してポリアルコール体にすると、抗腫瘍活性が著しく増大することが示された⁹⁾。著者らは同じAuricularia属の中国産の榆耳（ユジ）のアルカリ抽出液よりβ-D-グルカン（N-5P）を単離した¹⁰⁾。このN-5Pの構造をメチル化分析、酵素（グルカナーゼ）分解、¹³C-NMRなどによって明らかにした結果、分岐度は非還元末端付近では高く、平均1/3であり、高い抗腫瘍活性を示した。同様に側鎖をポリアルコールにすると、より低濃度で高い活性を示すことを認めた。さらに、榆耳の熱水抽出液から2種のβ-D-グルカンを単離して構造と抗腫瘍作用について検討した結果、分岐度と抗腫瘍活性との相関はキクラゲの場合と同様な傾向が認められた¹¹⁾。これはらせん状の高次構造をとりやすいグルカンが抗腫瘍活性を示すことと関連している。これに関する研究において、分岐していない直鎖状の(1→3)-β-D-グルカンにカルボキシメチル基を導入すると抗腫瘍活性が上昇したり、グルコースを側鎖として導入すると抗腫瘍活性が発現すること（腫瘍阻止率が14%から85%に上昇）が明らかになっており、高次構造との関係より興味深い^{12, 13)}。

3 シロキクラゲ（白木耳）

シロキクラゲ（*Tremella fuciformis* Berk）は、Tremella属の代表的なキノコであり、中国では古くから不老長寿の効があるとして食用及び薬用に供せられてきた。漢方では銀耳と称し、肺癌、肺結核、産後の虚弱、胃炎、便秘などに効果があるとされる。このキ



M=α-D-mannose, X=β-D-xylose, G=β-D-glucuronic acid

図3 シロキクラゲ（I）及び金耳（II：TAP）の酸性ヘテログリカンの化学構造

ノコは純白色、半透明の外観並びにゼラチン質の食感などより食後のデザートとしても用いられている。tremellaはふるえ動くの意味で、この子実体はプリプリしている。シロキクラゲは日本本州以南の暖かい地方で、広葉樹の枯れ枝に発生するが、人工栽培はほとんどが中国でなされており、近年、その生産量は増加してきている。炭水化物を非常に多く含み、食物繊維を摂取するにはよい食材である。ビタミンDの前駆体であるエルゴステロール類を多く含むが、タンパク質含量は低い。Tremella属のキノコの医薬的価値についてはReshetnikovらの総説でも紹介されている¹⁴。

3.1 酸性ヘテログリカンの化学構造

シロキクラゲ子実体より、生物活性を示す本体として水に溶けて高粘性を示す酸性ヘテログリカン（酸性多糖）が単離され、詳細な化学構造が解明された¹⁵⁻¹⁹。また、ハプロイド細胞が細胞外に生産する多糖も同様な化学構造を有することが示された。基本構造はキクラゲの酸性ヘテログリカンと類似しているが、側鎖のキシロースが1個だけのものでなく、キシロースが2個連なったものがあることが異なる（図3のI）。著者らはO-アセチル基を約6%及び10%含有する酸性ヘテログリカンを乾燥子実体より単離した。そのO-アセチル基の存在位置を化学的手法によって解析した結果、グルクロン酸残基やキシロース残基には存在せず、マンノース残基の6位と4位に結合していることを明



図4 酸性オリゴ糖の化学構造

らかにした（なお、マンノース残基の1位、3位は他のマンノース残基と、及び2位の一部は他の糖残基と結合している）¹⁸。一方、酸性ヘテログリカンの酸部分加水分解によって、マンノース（1～3個）にグルクロン酸が結合した酸性オリゴ糖を調製し、それらの化学構造を解明し（図4）、元の多糖の構造解明に役立てた¹⁷。

シロキクラゲ並びに酵母の*Cryptococcus laurentii*の酸性ヘテログリカン及びその脱アセチル体はII型肺炎球菌莢膜多糖の抗血清と免疫的交差反応を示し¹⁶、この抗血清は同じく Tremella属の *T. mesenterica*が細胞外に生産する多糖のスミス分解物とも交差性を示し、お互いにある共通の化学構造を有することが示唆された²⁰。このことはTremella属と酵母の*Cryptococcus*属の化学的な分類学（chemotaxonomy）からも興味深い²¹。

3.2 酸性ヘテログリカンの生物活性

動物実験において、この酸性ヘテログリカンは抗腫瘍作用（Sarcoma 180などの腫瘍）を示すが、抗腫瘍性（1→3）-β-D-グルカンの活性と比較してより多くの投与量を必要とする^{21, 22}。さらに免疫調節作用を示し、サイトカイン（インターロイキン-1とインターロイキン-6）を誘導する作用があること²³、そして化学物質（シクロホスファミドなど）、身体的ストレス、加齢などによる免疫機能の低下に対して効果的であることなどが試験管内及び動物実験による結果が報告されている²⁴。中国の臨床試験において、放射線療法や化学療法による癌患者の白血球減少症に対してこの多糖を使用した場合、62.9%の有効性がみられた²⁵。

酸性ヘテログリカンの抗糖尿病作用について実験を行った²⁶。マウスにストレプトゾトシンを投与するとインスリン依存型糖尿病（IDDM）を引き起こすが、この糖尿病マウスに酸性ヘテログリカンを腹腔内投与（50mg/kg）すると、有意に血糖値が降下した。ストレプトゾトシンを投与すると一週間程度まで血糖値は上昇していくが、ストレプトゾトシン投与直後より水の代わりにこの酸性ヘテログリカン（0.75g/L）の水溶液を自由に摂取させると、血糖値の上昇が抑制された。これは食物繊維様の糖吸収抑制作用やストレプトゾトシンによる膵臓ランゲルハンス島B細胞損傷を軽減する作用によることが示唆された。シロキクラゲの食物繊維をエサに混入させてラットに食べさせると、血清LDL-コレステロール値の低下などが観察され、腸内の生理機能が改善された²⁷。

抗癌剤マイトマイシンC (MMC) とスペーサーを介して、多糖と結合させた高分子プロドラッグの開発が試みられている²⁸⁾。本酸性ヘテログリカンの側鎖に存在するキシロース及びグルクロン酸を過ヨウ素酸酸化してポリアルデヒドとし、これにスペーサーとしてアミノ酸あるいはペプチドを導入する。さらに、共有結合によってMMCを結合させた²⁹⁾。MMCは抗癌作用は優れているが、その副作用が問題となっている。本結合体は抗癌作用を維持し、MMCの副作用である白血球数の減少を有意に抑制しており、その溶解性とMMCの高分子担体からの遊離速度の問題点が解決されれば優れたプロドラッグとなることが考えられる。また、酸性ヘテログリカンを部分加水分解処理した多糖にアルブミンマイクロベッドと結合させたものは、サイトカインの腫瘍壞死因子 (TNF) を有意に刺激した³⁰⁾。

4 金耳

金耳 (*Tremella aurantia* Schw. ex Fr.) は、中国の四川省、雲南省、チベットなどに分布している。この子実体を中国では気管支喘息、高血圧などに利用している。外観はキクラゲ(木耳)やシロキクラゲ(白木耳)に類似しているが、一般に橙黄色で、南に面した林に生える。最近では中国で人工栽培がなされている。また、学名が *Tremella mesenterica* Retz. ex Fr.、和名がコガネニカワタケのキノコを金耳とも言う。

4.1 酸性ヘテログリカンの化学構造

金耳乾燥子実体の粉碎物を熱エタノールで脱脂後、70%エタノール、次に熱水にて抽出した。各抽出液を透析、エタノール沈殿によって精製した。さらに、熱水抽出物については陰イオン界面活性剤 (CTAB) を用いて精製し、酸性ヘテログリカン (TAP) を得た(子実体からの収率33%)³¹⁾。

酸性ヘテログリカン (TAP) の化学構造は、基本的にはキクラゲやシロキクラゲの酸性ヘテログリカンと類似し、側鎖に β -D-キシロース残基及び β -D-グルクロン酸残基を有する1,3結合の α -D-マンノースの主鎖から構成され、O-アセチル基を含んでいる。しかし、側鎖にあるグルクロン酸残基が非還元末端としてではなく、それに非還元末端の α -D-マンノース残基が結合していることが特徴的である(図3のII)³²⁾。

4.2 酸性ヘテログリカンの抗糖尿病作用

マウスの腹腔内投与による実験によって、種々の抽出画分の中でTAPが最も高い血糖降下作用を示した。

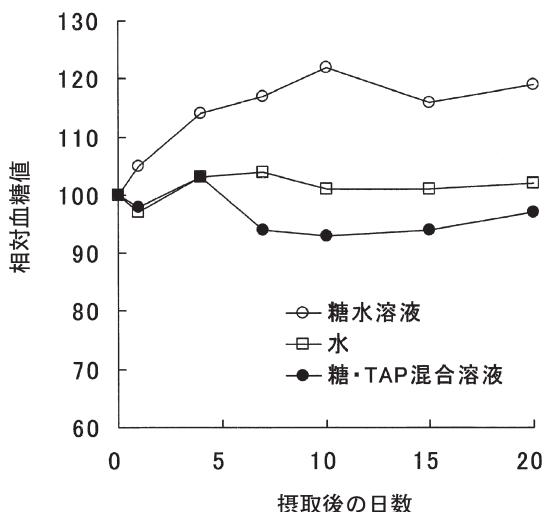


図5 糖負荷マウスの血糖値に対するTAPの効果

正常マウスを3グループに分け、グルコース水溶液(50 g/L), TAPとグルコースの混合水溶液([0.5 g + 50 g]/L), そして水(対照群)をそれぞれ与えた。各マウスの血糖値を測定した結果、糖水溶液の場合は高い値になったが、TAPと糖の混合溶液を摂取したマウスでは血糖値は上昇は認められなかった(図5)。これはTAPが糖の吸収を抑制していることによるとして唆される³³⁾。

ストレプトゾトシン誘導糖尿病 (IDDM) マウスにTAP (50mg/kg) を腹腔内投与すると、肝臓の糖代謝に関する酵素活性に影響を及ぼした³³⁾。糖の肝臓からの取り込みに関する酵素であるglucokinase, hexokinaseの活性及びペントースリン酸回路のglucose-6-phosphate dehydrogenaseの活性は上昇するが、糖の放出に関する酵素であるglucose-6-phosphataseの活性は抑制された。これが血糖値を降下させる一因になっ

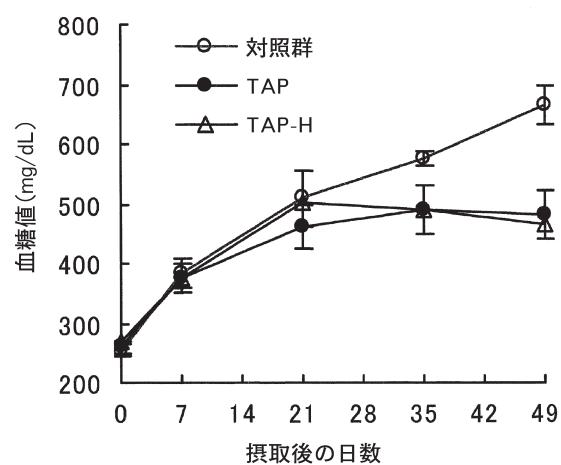


図6 糖尿病マウスの血糖値に対するTAP及びTAP-Hの効果(1)

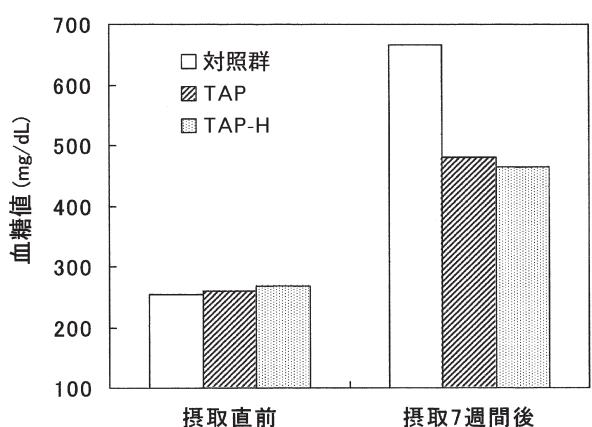


図7 糖尿病マウスの血糖値に対するTAP及びTAP-Hの効果(2)

ていると考えられる。

遺伝的糖尿病マウス(NIDDM)に水、TAPの水溶液(0.5 g/L)、及びその熱分解物(TAP-H)の水溶液(1.5 g/L)をそれぞれ、高カロリーの餌とともに、自由に長期間摂取させた^{34, 35}。TAPの水溶液摂取群では、マウス体重の1日当たりに約150mg/kgから200mg/kgのTAPを摂取した。このマウスは肥満をきたすので対照の水の場合は体重が著しく増加(約25gから45g)していくのに対して、TAP並びにTAP-Hの摂取群では体重の上昇が抑制された。血糖値の上昇もこれらの摂取によって有意に抑制された。この効果は糖尿病を既に発症している動物にも有効であった。糖尿病発症する前から摂取させたときの経時的变化を図6に、7週間摂取した後の平均値を図7に示すように、TAP並びにTAP-Hは血糖値の上昇を抑制することを明らかにした。また、図8に示すように摂取8週間後の血漿インスリン濃度も対照群と比較して低い値であり、インスリン抵抗性が改善されたことが示唆される。TAPとTAP-Hは総コレステロール、トリグリセライ

表1 糖尿病マウス(NIDDM)の血漿脂質成分に対するTAP及びTAP-Hの効果

	総コレステロール (mg/dL)	トリグリセライド (mmol/dL)	過酸化脂質 (mmol/dL)
対照群	238±21	777±101	10.4±0.4
TAP	170±13*	506±72*	7.9±0.6*
TAP-H	186±7.2*	327±53*	7.9±0.4*

* 対照群との有意差 p<0.05

ド、及び過酸化脂質のいずれの血漿中濃度(8週間後)をも減少させた(表1)。さらに、このマウスに糖尿病を発症してからTAPを摂取させた結果、摂取9週間後の血漿コレステロール値は低くなり、善玉のHDLコレステロールの割合は増加して(図9)、糖尿病発症する前後のいずれの摂取でも有効であった。糖尿病では高血糖により、タンパク質の非酵素的糖化(メイラード反応)が起こりやすい。この反応がさらに進行していくとAGE(advanced glycation end products)を生じて生体に障害を与える、糖尿病の合併症を引き起こすことが知られている。この過程で生じる活性酸素の障害として過酸化脂質の生成があり、これの生成がTAP並びにTAP-Hによって抑制されたことは動脈硬化の予防の観点からも興味深い。

5 まとめ

異担子菌類のキクラゲやシロキクラゲなどは、中国ではよく知られた食用並びに薬用キノコであり、金耳も近年関心が高まっている。これらのキノコはマツタケ、シイタケなどと異なる外観であり、その成分についても特徴的である。生のものは水分が非常に多く、独特の感触があり、その乾物は水膨潤性である。乾物の多くが炭水化物からなり、その大部分は異担子菌類に共通する化学構造を有する酸性ヘテログリカンであ

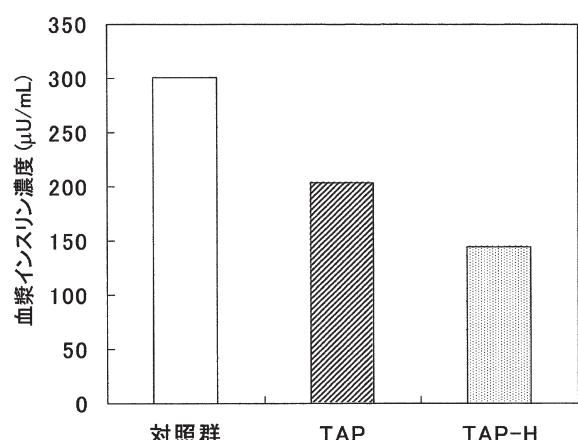


図8 糖尿病マウスのインスリン濃度に対するTAP及びTAP-Hの効果

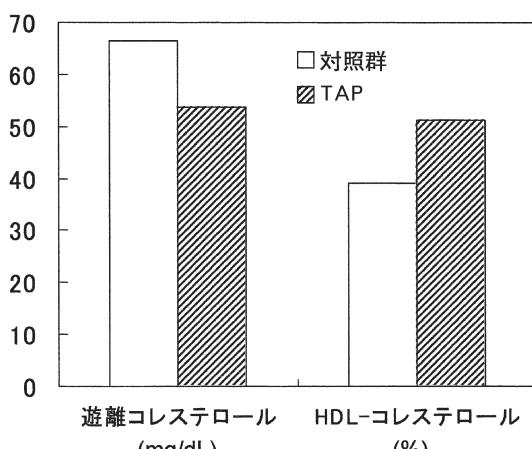


図9 糖尿病マウスのコレステロール濃度に対するTAPの効果

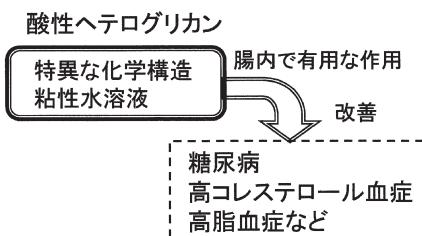


図10 酸性ヘテログリカンの生物活性

るが、(1→3)- β -D-グルカンは少量である。この構造は酵母のCryptococcus属が生産する多糖と類似している。いずれも、O-アセチル基を含み、1,3結合の α -D-マンノース残基を主鎖とし、側鎖に β -D-キシロース残基及び β -D-グルクロン酸残基が存在する構造である。これらの骨格となっているO-アセチル基が結合している(1→3)- α -D-マンナンは高級中華料理に用いられるキヌガサタケ (*Dictyophora indusiata* Fisch.) の子実体に存在する。

異担子菌類のキノコに存在する酸性ヘテログリカンは水に溶けて粘性を示す。これらは経口投与による動物実験で、副作用はなくて、抗糖尿病作用、コレステロール値低下作用、抗高脂血症作用、過酸化脂質生成抑制作用などの生体に有益な効果を示すことが認められた(図10)。以上のことより、これらキノコが健康の維持、増進に役立つ食材として一層利用されること及び医薬品開発の研究素材として応用研究されることが期待される。

文 献

- 1) 木方 正：キノコに存在する有用性物質、岐阜県保健環境研究所報, 10, 1-14, 2002.
- 2) 水野 卓, 川合正允編：キノコの化学・生化学, 学会出版センター, 1992.
- 3) Ukai S., Morisaki S., Goto M., Kiho T., Hara C., Hirose K. : Polysaccharides in fungi. VII. Acidic heteroglycans from the fruit bodies of *Auricularia auricula-judae* Quel, *Chem. Pharm. Bull.*, 30, 635-643, 1982.
- 4) Sone Y., Kakuta M., Misaki A. : Isolation and characterization of polysaccharides of "Kikurage," fruit body of *Auricularia auricula-judae*, *Agic. Biol. Chem.*, 42, 417-425, 1978.
- 5) Yuan Z., He P., Cui J., Takeuchi H. : Hypoglycemic effect of water-soluble polysaccharide from *Auricularia auricula-judae* Quel on genetically diabetic KK-A^y mice, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 62, 1898-1903, 1998.
- 6) Agarwal K. C., Russo F. X., Parks Jr R. E. : Inhibition of human and rat platelet aggregation by extracts of Mo-er (*Auricularia auricula*), *Thrombosis Haemostasis*, 48, 162-165, 1982.
- 7) Ukai S., Kiho T., Hara C., Kuruma I., Tanaka Y. : Polysaccharides in fungi. XIV. Anti-inflammatory effect of the polysaccharides from the fruit bodies of several fungi, *J. Pharmacobio-Dyn.*, 6, 983-990, 1983.
- 8) 千原呉郎：癌と免疫療法, 講談社サイエンティフィック, 1980.
- 9) Misaki A., Kakuta M., Sasaki T., Tanaka M., Miyaji H. : Studies on interrelation of structure and antitumor effects of polysaccharides : Antitumor action of periodate-modified, branched (1→3)- β -D-glucan of *Auricularia auricula-judae*, and other polysaccharides containing (1→3)-glycosidic linkages, *Carbohydr. Res.*, 92, 115-129, 1981.
- 10) Kiho T., Ito M., Nagai K., Hara C., Ukai S. : Polysaccharides in fungi. XX. Structure and antitumor activity of branched (1→3)- β -D-glucan from alkaline extract of Yu er, *Chem. Pharm. Bull.*, 35, 4286-4293, 1987.
- 11) Kiho T., Sakushima M., Wang S., Nagai K., Ukai S. : Polysaccharides in fungi. XXVI. Two branched (1→3)- β -D-glucans from hot water extract of Yu er, *Chem. Pharm. Bull.*, 39, 8-800, 1991.
- 12) Sasaki T., Abiko N., Nitta K., Takasuka N., Sugino Y. : Antitumor activity of carboxymethylglucans obtained by carboxymethylation of (1→3)- β -D-glucan from *Alcaligenes faecalis* var. *myxogenes* IFO 13140, *Eur. J. Cancer*, 15, 211-215, 1979.
- 13) Kiho T., Matsushita M., Usui S., Ukai S. : Biological activities of (1→3)- β -D-glucans with reducing glucose side chains, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 62, 570-572, 1998.
- 14) Reshetnikov S., Wasser S. P., Nevo E., Duckman I., Tsukor K. : Medicinal value of the genus *Tremella* Pers. (heterobasidiomycetes)

- (Review), *Int. J. Med. Mushr.*, **2**, 169-193, 2000.
- 15) Ukai S., Hirose K., Kiho T., Hara C. : Polysaccharides in fungi I. Purification and characterization of acidic heteroglycans from aqueous extract of *Tremella fuciformis* Berk, *Chem. Pharm. Bull.*, **22**, 1102-1107, 1974.
- 16) Ukai S., Hirose K., Kiho T., Hara C. : Polysaccharides in fungi II. Structural analysis of acidic heteroglycans from *Tremella fuciformis* Berk, *Chem. Pharm. Bull.*, **25**, 338-344, 1977.
- 17) Ukai S., Kiho T., Hara C. : Polysaccharides in fungi IV. Acidic oligosaccharides from acidic heteroglycans of *Tremella fuciformis* Berk and detailed structures of the polysaccharides, *Chem. Pharm. Bull.*, **26**, 3871-3876, 1978.
- 18) Kiho T., Hara C., Ukai S. : Polysaccharides in fungi. VI. The location of the O-acetyl groups in acidic polysaccharides of *Tremella fuciformis* Berk, *Chem. Pharm. Bull.*, **29**, 225-229, 1981.
- 19) Kakuta M., Sone Y., Umeda T., Misaki A. : Comparative structural studies on acidic heteropolysaccharides isolated from "Shirokikurage," fruit body of *Tremella fuciformis* Berk, and the growing culture of its yeast-like cells, *Agic. Biol. Chem.*, **43**, 1659-1668, 1979.
- 20) Fraser C. G., Jennings H. J., Moyna P. : Structural features inhibiting the cross-reaction of the acidic polysaccharide from *Tremella mesenterica* with s type II anti-pneumococcal serum, *Can. J. Biochem.*, **51**, 225-230, 1973.
- 21) Ukai S., Hirose K., Kiho T., Hara C., Irikura T. : Antitumor activity on sarcoma 180 of the polysaccharides from *Tremella fuciformis* Berk, *Chem. Pharm. Bull.*, **20**, 2293-2294, 1972.
- 22) Liu S. H. et al. : Inhibition effect of *Tremella fuciformis* Berk preparation (TFB) on growth of transplanted mouse tumor cells, *Chin. J. Clin. Oncol.*, **21**, 68-70, 1994.
- 23) Cao Q., Killie M. K., Chen H., Jiang R., Seljelid R. : Characterization and cytokine-stimulating activities of acidic heteroglycans from *Tremella fuciformis*, *Planta Med.*, **63**, 457-460, 1997.
- 24) Lin Z. B., Cui J. Y. : Effect of *Tremella* polysaccharides on immune function depressed by cyclophosphamide, physical stress and aging in mice, *Eur. J. Pharmacol.*, **183**, 900, 1990.
- 25) Cheng Z. Q., Wang Z. C. : Clinical effects of *Tremella* polysaccharides on hemopoietic and immune functions, *Chin. Med. J. Radiat. Protect*, **4**, 54-55, 1984.
- 26) 木方 正, 辻村裕美子, 佐久嶋美穂, 玉井茂之, 鵜飼茂夫 : 菌類中の多糖類に関する研究(第33報) シロキクラゲ酸性多糖(AC)の血糖降下作用, 薬学雑誌, **114**, 308-315, 1994.
- 27) Cheng H. H., Hou W. C., Lu M. L. : Interactions of lipid metabolism and intestinal physiology with *Tremella fuciformis* Berk edible mushroom in rats fed a high-cholesterol diet with or without Nebacitin, *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 7438-7443, 2002.
- 28) 橋田 充 : ドラッグデリバリーシステム, 化学同人, 1995.
- 29) 鵜飼茂夫, 桐木英之, 永井勝幸, 木方 正 : マイトイマイシンC-シロキクラゲ多糖結合体の合成と抗腫瘍作用, 薬学雑誌, **112**, 663-668, 1992.
- 30) GaoQ., BentzenG., Jiang R., Killie M. K., Seljelid R. : Conjugates of *Tremella* polysaccharides with microbeads and their TNF-stimulating activity, *Planta Med.*, **64**, 551-554, 1998.
- 31) Kiho T., Morimoto H., Sakushima M., Usui S., Ukai S. : Polysaccharides in fungi. XXX V. Anti diabetic activity of an acidic polysaccharide from the fruiting bodies of *Tremella aurantia*, *Biol. Pharm. Bull.*, **18**, 1627-1629, 1995.
- 32) Kiho T., Kobayashi T., Morimoto H., Sakushima M., Usui S., Ukai S., Hirano K., Aizawa K., Inakuma T. : Structural features of anti-diabetic polysaccharide (TAP) from *Tremella aurantia*, *Chem. Pharm. Bull.*, **48**, 1793-1795, 2000.
- 33) Kiho T., Morimoto H., Kobayashi T., Usui

- S., Ukai S., Hirano K., Aizawa K., Inakuma T. : Effect of a polysaccharide (TAP) from the fruiting bodies of *Tremella aurantia* on glucose metabolism in mouse liver, *Biosci Biotechnol Biochem.*, **64**, 417-419, 2000.
- 34) Kiho T., Kochi M., Usui S., Ukai S., Hirano K., Aizawa K., Inakuma T. : Antidiabetic effect of an acidic polysaccharide (TAP) from *Tremella aurantia* and its degradation product (TAP-H), *Biol. Pharm. Bull.*, **24**, 1400-1403, 2001.
- 35) Kiho T., Kochi M., Usui S., Ukai S., Hirano K., Aizawa K., Inakuma T. : Antidiabetic effect of an acidic polysaccharide (TAP) from *Tremella aurantia* Schw. : Fr. (Heterobasidiomycetes) in genetically diabetic KK-A^y mice, *Int. J. Med. Mushr.*, **4**, 291-297, 2002.

Chemical Structures and Biological Activities of the Mushrooms belonging to Heterobasidiomycetes

Tadashi KIHO

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences : 1-1 Naka-fudogaoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

Summary

Kikurage (*Auricularia auricula-judae*), Shirokikurage (*Tremella fuciformis*) and Kinji (*Tremella aurantia*) belonging to heterobasidiomycetes have been used as a food and as a drug in China. The mushrooms form gelatinous fruiting bodies (jelly mushroom) and contain much acidic heteloglycans (polysaccharides) which are soluble in water to give high viscosity. The acidic heteloglycans have a characteristic chemical structure as follows : they are glucuronoxylomannans, composed of a main chain of 1,3-linked α -D-mannose with β -D-xylose and β -D-glucuronic acid in side chains, and contain O-acetyl groups. The acidic heteloglycans have demonstrated significant antidiabetic, anti-hyperlipidemic, and anti-hypercholesterolemic activities, et al.

Keywords : mushroom, *Auricularia auricula-judae*, *Tremella fuciformis*, *Tremella aurantia*, antidiabetic activity

論 文

岐阜県内河川環境中のダイオキシン類 －汚染起源の推定と寄与率の試算－

安田 裕, 村瀬秀也, 大平武俊

要 旨

岐阜県内を流下する6河川の上流域において河川水及び河川底質を採取し、ダイオキシン類を定量した。その結果、河川上流域のダイオキシン類毒性等量値は、平成13年度環境調査結果の全国平均値に比して低い値であった。また、得られた異性体情報を用いて、ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン、ポリ塩化ジベンゾフランの汚染起源を推定するとともに、市販の重回帰分析ソフトウェアを使用して汚染起源別寄与率の算定を試みた。河川環境における汚染起源を過去に使用された農薬の一種であるCNP、PCP及び燃焼排ガスと限定して解析したところ、各調査試料における汚染起源別寄与率の数値評価が可能であり、実務的なレベルにおいては、本手法が使用可能であると推察された。

キーワード：ダイオキシン類、河川水、河川底質、同族体組成、汚染起源

1 はじめに

ダイオキシン類は、ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン（以下PCDDsと記述）、ポリ塩化ジベンゾフラン（以下PCDFsと記述）、及びコプラナーポリ塩化ビフェニル（以下Co-PCBsと記述）を指し、多数の異性体から構成されている。このうちの一部は非常に強い毒性を有することが知られており、近年、ダイオキシン類対策特別措置法の施行により、大気、水質、底質、土壤についての環境基準、排ガス及び排水に係る排出基準が設定された。また、同法に基づく全国規模の環境調査が、平成11年度から継続して実施されている。

通常、ダイオキシン類の定量では、数多くの異性体を同時に測定するため、試料に関する膨大な異性体情報を得ることができる。しかし、その評価は2378-Te CDDの毒性に換算した毒性等量（TEQ）として行われることが多く、この場合、調査試料の持つ異性体情報の多くは結果に反映されない。そこで、近隣に特別な汚染源がないと思われる岐阜県内河川上流域のダイオキシン類汚染レベルの把握を目的として、代表的6河川の河川水及び河川底質中のダイオキシン類を定量するとともに、得られた異性体情報を活用してPCDDs、PCDFsの汚染起源を推定し、市販の重回帰分析ソフ

トウェアを使用して汚染起源別寄与率の算定を試みたところ、若干の知見を得たので報告する。

2 調査方法

2.1 調査試料

調査試料は、図1に示す6調査地点の河川水及び河川底質とした。試料の採取は、降雨や工事等による影

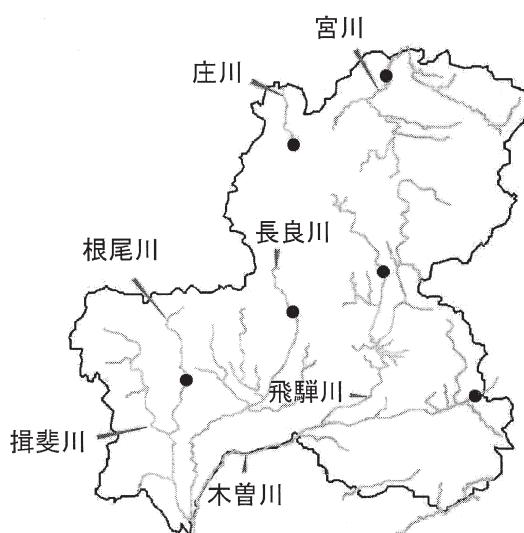


図1 調査地点図

表1 調査河川と採取底質の概要

河川名 調査地点	長良川 和合橋	飛騨川 萩原	木曽川 坂下	根尾川 山口	庄川 牧戸	宮川 杉原
調査年月日	H12.8.17	H12.8.11	H12.8.29	H13.8.6	H13.8.20	H13.8.29
調査流域	上流	上流	上流	上流	上流	上流
水域類型	AA	AA	AA	AA	A	A
年平均BOD (mg/L)	1.0	0.8	0.5	<0.5	0.8	0.9
採取底質の外観	砂状	砂状	砂状	砂状	砂状	砂状
採取底質の臭気	なし	なし	なし	なし	なし	なし

表2 ダイオキシン類の測定結果

地 点 名		長良川	飛騨川	木曽川	根尾川	庄川	宮川
河川水質	実測濃度 (pg/L)	46	12	12	19	7.2	10
	毒性等量 (pg-TEQ/L)	0.18	0.17	0.17	0.28	0.19	0.20
河川底質	実測濃度 (pg/g)	81	16	3.8	24	5.7	16
	毒性等量 (pg-TEQ/g)	0.27	0.11	0.088	0.19	0.095	0.095

響が認められない期日を選び、平成12年8月及び13年8月の2期に分けて実施した。調査対象とした河川の概況及び採取底質の性状を要約して表1に示す。

調査対象とした河川は、いずれも岐阜県を代表する流量の豊富な1級河川であり、調査地点は、特別な汚染源がないと思われる山間地に位置している。平成12年度の岐阜県調査結果¹⁾によれば、各調査地点の年平均BOD値は<0.5~1.0mg/Lの範囲で比較的清浄な水質を維持している。また、採取した河川底質の外観は基本的には粗い砂状であり、特異的な臭気等も認められなかった。

2.2 分析方法

河川水については、約20Lをガラスびんに採取し、「工業用水・工場排水中のダイオキシン類及びコプラナー-PCBの測定方法」²⁾に準拠してPCDDs、PCDFs及びCo-PCBsを測定した。

河川底質については、あらかじめ現場で目開き2mmの篩を通して採取した試料を持ち帰り、十分に風乾後、約50gを用いて「ダイオキシン類に係る底質調査測定マニュアル」³⁾に準拠して同様に測定した。

3 結果及び考察

3.1 河川水と河川底質試料のダイオキシン類濃度及び毒性等量

河川水及び河川底質中のダイオキシン類定量結果を表2に示す。河川水の実測濃度及び毒性等量は、7.2~46pg/L及び0.17~0.28pg-TEQ/L、河川底質では、3.8~81pg/g及び0.088~0.27pg-TEQ/gの範囲で、河川水、河川底質のいずれも環境基準を満足しており、

環境省の行った平成13年度環境調査結果⁴⁾の全国平均値0.28pg-TEQ/L及び7.3pg-TEQ/gと比較しても低い値であった。

3.2 同族体存在パターンと汚染要因の推定

河川水及び河川底質のPCDDsとPCDFs同族体組成を図2、図3に示す。なお、異性体組成が県内河川の組成と異なる傾向を示すことから、参考として、平成11年7月に栃木県~茨城県を流下する那珂川中流域で採取した試料を併せて解析した。

各調査地点の同族体組成の特徴を概観すると、県内の河川水及び河川底質では、個々に構成比率の差異は認められるもののOCDD、次いでTeCDDsの順に高く、他の同族体が低い構成比率で平均的に存在した。なお、那珂川については県内河川とは異なり、OCDDとTeCDDsの順位が逆転したパターンが認められた。すなわち、どの河川においても高い同族体構成比率を示すのは、OCDDとTeCDDsであり、その他の同族体は低い構成比率で平均的に存在していた。これらの結果から類推すると、河川環境においては同種の汚染起源が存

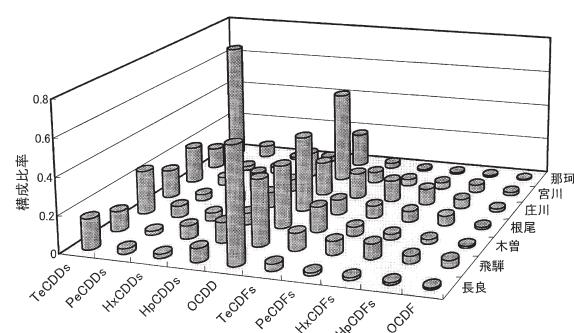


図2 河川水の同族体構成比率

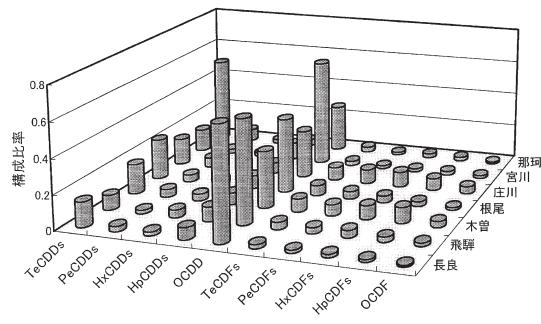


図3 河川底質の同族体構成比率

在し、それらが適度な比率で混合されている可能性が示唆された。

次に、河川環境における典型的汚染源と考えられているCNP, PCP及び都市ゴミ焼却排ガスの分析データを文献^{5, 6, 7)}から探索し、同族体組成の平均値を算出して図4に示した。一般的に知られているように、PCPではOCDDが、CNPではTeCDDsが特異的に高く、焼却では、あらゆる同族体が平均的に存在することが認められた。一般に、河川環境におけるPCDDs及びPCDFsは、過去にCNPやPCPを除草剤として大量に使用した経緯があり、それらに含有された不純物としてのダイオキシン類の影響を受けていることも推察される。また、最大のダイオキシン類発生源とされる焼却炉の影響も無視できない。これらの観点から、汚染起源の同族体及び異性体組成の特徴と河川水及び河川底質の調査結果とを比較検討したところ、いずれの調査地点においても既報⁸⁾と同様にCNP, PCPの特徴を

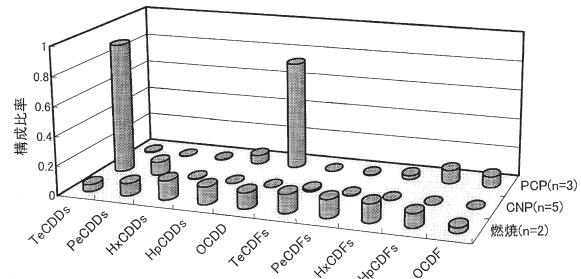


図4 汚染起源の同族体構成比率

有しており、併せて弱い燃焼パターンの存在が推察された。

3.3 汚染要因別寄与率の試算

3.3.1 寄与率試算手法

観測データから発生源の寄与を予測するレセプターモデルは、CMB、因子分析、多重線回帰など多くのモデルが提案されている⁹⁾。また、これらの手法を用いた大気粉塵中の重金属類¹⁰⁾、土壤試料中のPCB¹¹⁾、各種環境試料中のダイオキシン類^{12, 13)}に関する発生源解析事例も見受けられる。本稿では、広く普及している市販の重回帰分析ソフトウェアを使用して寄与率の算定を行った。ここで用いた手法は、汚染起源の限定及び指標として汚染起源を決定づける同族体組成データが必要であり、かつ、観測試料中の組成残存量が汚染起源のみに依存しているという仮定が必要となる。そこで、汚染起源の同族体組成が図4に示す文献値のとおりであり、かつ、本調査における河川環境中の

表3 重回帰分析の結果

Y	b ₀	b ₁ (PCP)	b ₂ (CNP)	b ₃ (燃焼)	R ²
長良川(河川水)	-0.087	0.863 ***	0.239 ***	0.790 **	0.987
長良川(底質)	-0.086	0.876 ***	0.216 ***	0.766 **	0.989
飛騨川(河川水)	-0.043	0.410 ***	0.117 **	0.908 **	0.959
飛騨川(底質)	-0.077	0.780 ***	0.134 ***	0.855 **	0.991
木曽川(河川水)	-0.059	0.400 ***	0.285 ***	0.900 *	0.911
木曽川(底質)	-0.009	0.378 ***	0.172 ***	0.541 **	0.982
根尾川(河川水)	-0.063	0.501 ***	0.191 ***	0.933 ***	0.988
根尾川(底質)	-0.059	0.546 ***	0.286 ***	0.753 **	0.987
庄川(河川水)	-0.051	0.146 ***	0.220 ***	1.146 ***	0.870
庄川(底質)	-0.010	0.287 ***	0.147 ***	0.664 ***	0.975
宮川(河川水)	-0.064	0.634 ***	0.150 **	0.858 *	0.970
宮川(底質)	-0.074	0.828 ***	0.189 ***	0.718 *	0.985
那珂川(河川水)	-0.027	0.243 ***	0.743 ***	0.286 **	0.999
那珂川(底質)	-0.025	0.345 ***	0.567 ***	0.342 **	0.998

(注1) 回帰式: $Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3$ (R^2 は決定係数)

(注2) b_1 , b_2 , b_3 の検定: ***危険率1%で有意, **危険率5%で有意, *危険率10%で有意

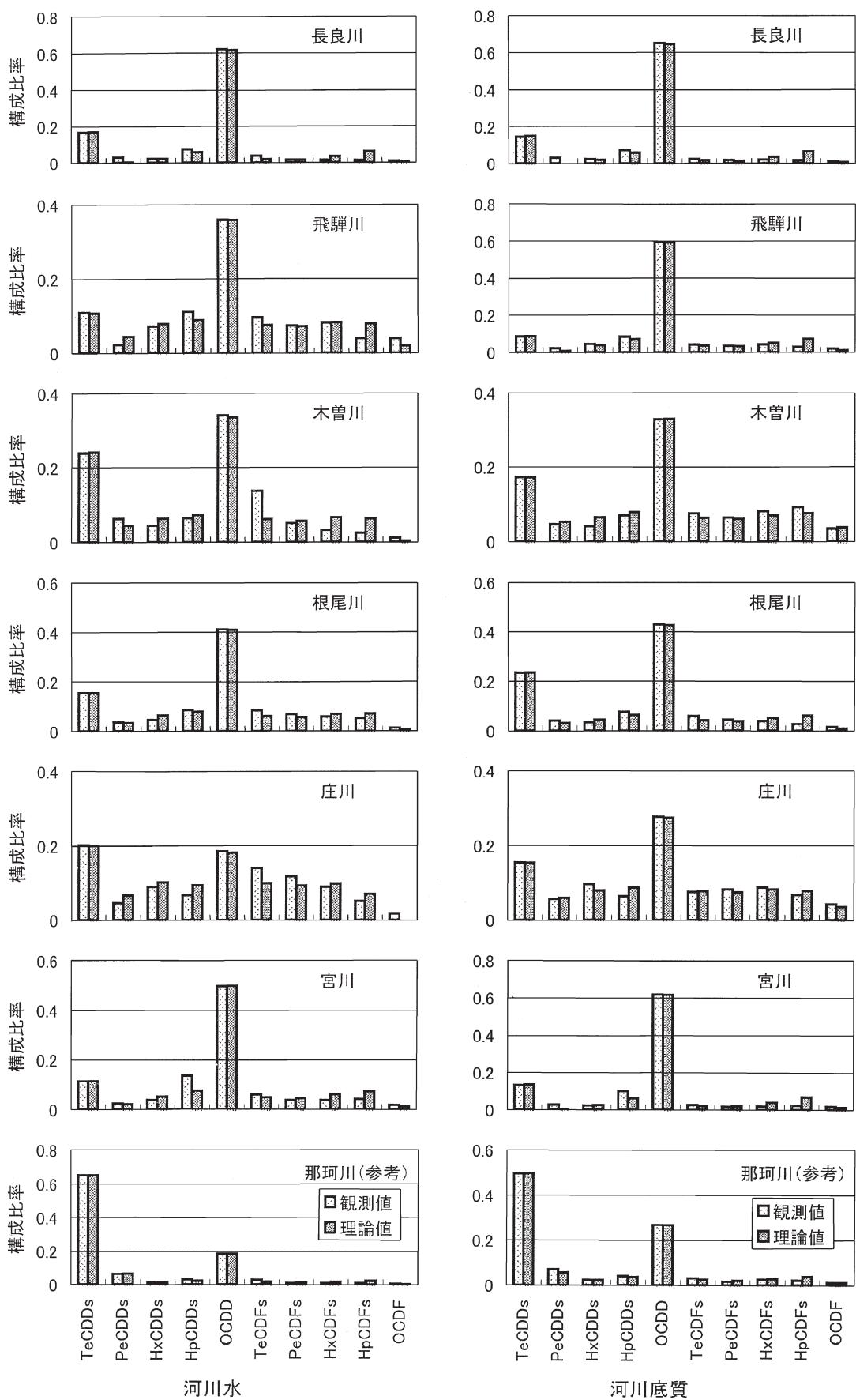


図5 全調査試料における観測値と推定値の誤差解析結果

PCDDs及びPCDFsの起源は、CNP, PCP及び燃焼排ガスの3要素のみから構成されているものと仮定し、想定汚染起源及び調査試料の4～8塩化物の同族体構成比率（計10同族体）データを用いて、下記のモデルにより汚染起源寄与率の算出を試みた。

$$\text{理論式: } Y_k = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot X_{ik} + \varepsilon_k$$

Y_k : k同族体の構成比観測値

β_0 : 説明不可のバックグラウンド値

β_i : 指標*i*の偏回帰係数

X_{ik} : k同族体における指標*i*の構成比

ε_k : ランダム誤差

3.3.2 解析結果の評価

解析結果を総括して表3に示す。解析により得られた各調査地点の β_i の推定値 b_1 , b_2 , b_3 は、汚染起源データの不適切、環境中の組成変化などに起因して負の符号をとることが想定されるが、本解析事例においてはすべて正の符号であり実情に反しなかった。また、 β_0 の推定値 b_0 はすべての地点で負の符号を示したもの、比較的小さな値であった。次に、ダイオキシン類同族体組成の実測値と本回帰式による推定値との誤差解析を全調査事例について行った結果を図5に示す。HpCDFsの誤差が他の同族体に比してやや大きめであったが、その他の同族体の推定値と実測値の誤差は比較的小さかった。これらの結果から、実務的なレベルにおいて本回帰式による汚染起源別寄与率の推定が可能であると推察された。

なお、得られた回帰式の決定係数(R^2)は、0.870～0.999の範囲であり、表3に示す偏回帰係数の検定結果においても、寄与率算定に使用する b_1 , b_2 , b_3 の有意性が確認された。

そこで、各調査地点における汚染起源別の寄与率を

$\sum b_i \cdot X_{ik}$ の値を用いて算出し、全調査地点の算定結果を総括して図6に示した。県内河川水及び河川底質中に存在するPCDDs及びPCDFsの汚染起源別(CNP, PCP, 燃焼)寄与率は、同一地点の河川水と河川底質間ではよく類似しており、燃焼>PCP>CNPの順(長良川及び庄川河川水を除く)であった。また、調査地点ごとのCNPとPCPの比率に着目すると、CNPが比較的高い地点(庄川、木曽川)、PCPが支配的な地点(長良川、飛騨川、宮川)が認められた。なお、参考のため解析した栃木県～茨城県を流下する那珂川では圧倒的にCNPの比率が高く、これらの結果は過去の農薬使用の履歴を反映しているものと推察された。

4 まとめ

岐阜県内河川上流域のダイオキシン類濃度レベルは、環境省の平成13年度環境調査全国平均値に比して低いレベルであった。また、河川環境における汚染起源をCNP, PCP, 燃焼のみと限定して、市販の重回帰分析ソフトウェアにより汚染起源別寄与率の試算を行った結果、各河川における汚染起源別寄与率を数値で評価できた。なお、この手法を用いるには、汚染起源の種類とそれら同族体組成の限定、環境中の異性体の無変化などの仮定が必要となるが、本解析事例においては、実務的なレベルで使用が可能であると推察された。

謝 辞

本研究の遂行あたり、助言・指導を賜りました国立環境研究所の桜井健郎氏に深謝します。

文 献

- 岐阜県環境福祉環境部：平成12年度岐阜県公共用水域及び地下水の水質調査結果報告書、2001。

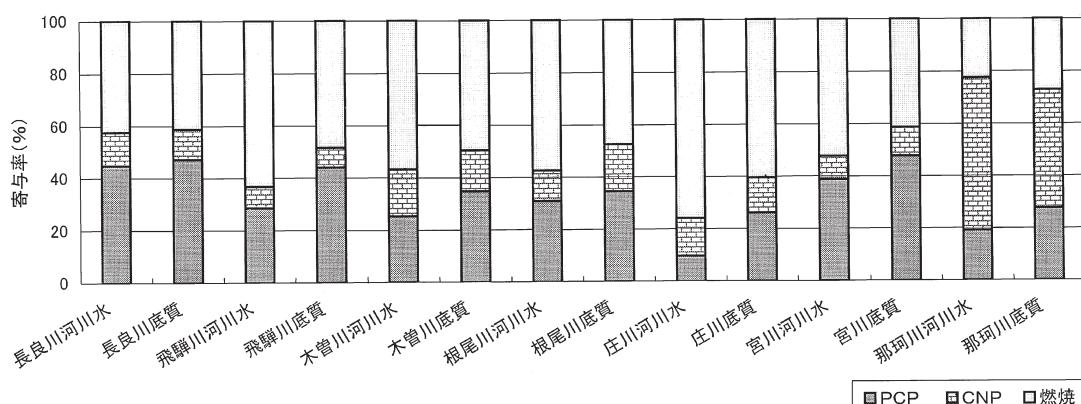


図6 河川水、河川底質試料におけるPCP, CNP, 燃焼の寄与率試算結果

- 2) 日本規格協会：工業用水・工場排水中のダイオキシン類及びコプラナーPCBの測定方法JIS-K 0312, 1999.
- 3) 環境庁水質保全局水質管理課：ダイオキシン類に係る底質調査測定マニュアル, 2000.
- 4) 環境省：平成13年度ダイオキシン類に係る環境調査結果, 2002.
- 5) 益永茂樹, 高菅卓三, 中西準子：農薬中のダイオキシン類のBPX5カラムによる全異性体分析, 横浜国立大学環境科学センター紀要, 26, 1~9, 2000.
- 6) 酒井伸一, 鵜飼隆広, 浦野真弥, 高月紘, 中村一夫, 木下小百合：都市ごみ焼却におけるPCDDs/DFsのマテリアルフローに関する研究, 廃棄物学会論文誌, 9, 123-132, 1998.
- 7) 大塚ら：排ガス中のダイオキシン類の測定, 環境省環境研修センター平成12年度ダイオキシン類環境モニタリング研修レポート, 2000.
- 8) 安田裕, 村瀬秀也, 大平武俊：岐阜県内河川底質中のダイオキシン類, 岐阜県保健環境研究所報, 10, 15-20, 2002.
- 9) 溝端朗：レセプターモデルの現状, 大気汚染学会誌, 26, 59-71, 1991.
- 10) 早狩進, 花石竜治：環境データ解析用表計算マクロの紹介と解析例(II), 大気汚染学会誌, 36, 39-45, 2001.
- 11) 早川健一, 谷治毅, 高月紘, 酒井伸一：異性体分布から見たポリ塩化ビフェニル(PCBs)の発生源に関する考察－主成分分析および重回帰分析を用いて－, 環境化学, 12, 79-88, 2002.
- 12) 益永茂樹, 小倉勇, 中西準子, 姚元, 桜井建郎：ダイオキシン類コンジェナー情報に基づいた汚染源解析手法, 第10回環境化学討論会講演要旨集, 232-233, 2001.
- 13) 柏木宣久, 佐々木裕子, 飯村文成, 安藤晴夫：関数関係解析によるChemical Mass Balance, 応用統計学, 31, 59-74, 2002.

PCDDs/DFs and Co-PCBs in River Samples in Gifu Prefecture —Estimation of PCDD/DF Sources and their Contribution Ratios—

Yutaka YASUDA, Hideya MURASE, Taketoshi OHIRA

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences, 1-1, Naka-Fudouoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

Summary

PCDDs/DFs and Co-PCBs in river waters and river sediments which were sampled at the upstream sites of the rivers in Gifu Prefecture were measured. The values of toxicity equivalency quantity (TEQ) of river waters and river sediments were in the range of 0.17-0.28pg-TEQ/L, 0.088-0.27pg-TEQ/g respectively, and were low levels compared with the environmental quality standards. The contamination sources of PCDDs/DFs were estimated by the informations of homologue patterns. In this work, we supposed that the contamination sources in the river environment were composed CNP, PCP and burning exhaust gas. A contribution ratio of each contamination source was calculated using the software of the multiple linear regression analysis. As a result, the contribution ratio was evaluated by the numerical value according to each contamination sources. It was assumed that this technique could be used adequately in the practical level.

Keywords : dioxin, river sediment, river water, homologue pattern, contamination source

論 文

全国と比較した岐阜県民の健康状況について

田中 耕, 森 洋隆, 丹下文恵*, 望月朝味**, 日置敦巳***

要 旨

県民栄養調査と国民栄養調査の結果から、岐阜県と全国における生活習慣および健康状況の差異を明らかにし、県民が食生活、運動、飲酒、喫煙などの生活習慣の中で重点的に改善すべき項目について検討した。

20歳以上の男女について岐阜県と全国と比較すると、運動、飲酒については男女ともほとんど差異がなく、喫煙については岐阜県女性で有意に低かった。また、コレステロール値、血糖値、肥満の状況についても、岐阜県と全国ではほとんど差異が認められなかった。しかし、収縮期血圧または拡張期血圧の高い者の割合が、岐阜県女性ではすべての年齢階級において、全国と比較して有意に高かった。その解決策として食塩摂取量の低減や果物摂取等による食生活の改善および運動習慣の確保が必要であると思われた。さらに、血圧の適正管理のために、降圧薬の適正服用の必要性がうかがわれた。また、中性脂肪については一部の年齢階級で岐阜県が全国に比較して、男女とも高い傾向にあった。

キーワード：生活習慣、高血圧、食塩摂取量、県民栄養調査、オッズ比

1 はじめに

我が国では平均寿命が毎年伸長し、世界一の長寿国となっている。しかし、痴呆や寝たきりでない健康な長寿の確保、いわゆる健康寿命の伸長が望まれている。このため、全死因の約6割を占めている生活習慣病を少なくすることが重要であり、運動、栄養、休養等の生活習慣を見直すことが必要であるとされている¹⁾。なかでも、がんなどの生活習慣病には食生活が大きく影響していることが指摘されている²⁾。

厚生労働省では国民栄養調査を毎年実施しており、本県においても平成12年の国民栄養調査に合わせて県民栄養調査が同時実施された。そこで、県民の健康確保に資するため、栄養、運動等の生活習慣と生活習慣病関連指標である血圧、肥満度(BMI)、コレステロール値、血糖値等との関連について全国レベルとの差異を明らかにし、県民の生活習慣のどの部分の改善をはかるべきかについて検討を行った。

2 対象および方法

平成12年度の国民栄養調査結果(厚生労働省)³⁾および県民健康調査結果報告書(岐阜県健康福祉環境部健康政策課)⁴⁾を資料データとして使用した。県民栄養調査では国民生活基礎調査により設定された調査単位区から層化3段無作為抽出された25単位区の625世帯2,000人が調査対象となっている。最終的に回答の得られた559世帯1,802人のうち、表1に示した20歳以上を解析対象とした。なお、解析項目は栄養素等

表1 調査対象 (人)

年 齢	男 性	女 性	計
20-29歳	102	115	217
30-39歳	87	98	185
40-49歳	113	135	248
50-59歳	145	156	301
60-69歳	106	122	228
70歳以上	107	159	266
計	660	785	1,445

岐阜県保健環境研究所：504-0838 岐阜県各務原市那加不動丘1-1

*岐阜県西濃地域保健所：503-0838 岐阜県大垣市江崎町422-3

**岐阜県恵那保健所：509-7203 岐阜県恵那市長島町正家後田1067-71

***岐阜県岐阜地域保健所：504-0838 岐阜県各務原市那加不動丘1-1

摂取状況および身体状況(身体計測、血圧測定、血液検査、降圧薬服用、生活習慣問診)である。

統計解析では、栄養摂取状況および血液性状等については性・年齢階級別に岐阜県と全国レベルとの比較を χ^2 検定により行った。全年齢についてはMantel-Haenszel法⁵⁾により年齢補正を行った。なお、観測頻度の少ない場合($n \leq 5$)についてはFisherの直接確率検定を行った。

運動、飲酒等の生活習慣について岐阜県と全国レベルを比較するため、性・年齢階級別にオッズ比とその信頼区間を算出した。また、岐阜県と全国の年齢階級別食塩摂取量についての平均値の差の検定にはt検定を行った。これらの解析にはSPSS (10.0 J for Windows)を使用した。

3 結 果

3.1 血圧・血液生化学検査の比較

血圧・降圧薬服用状況、肥満度(BMI)、コレステロール値、中性脂肪値、血糖値について性・年齢階級別に岐阜県と全国とのハイリスク者の割合について χ^2 検定を行い表2および表3に示した。

収縮期血圧160mmHg以上を示す者の割合は男性では70歳以上、女性では30-39歳、40-49歳、50-59歳階級でそれぞれ岐阜県が全国より有意に高かった。収縮期血圧140-159mmHgを示す者の割合は岐阜県女性の20-29歳、40-49歳、50-59歳階級で全国のそれより有意に高かった。また、拡張期血圧90mmHg以上を示す者の割合は岐阜県女性の20-29歳、40-49歳、50-59歳階級で全国より有意に高かった。しかし、降圧薬服用者の割合は男女とも岐阜県と全国に差

表2 性・年齢階級別の血圧および肥満度の比較

区分	男 性				女 性			
	岐阜県 (%)	全国 (%)	χ^2 値	P値	岐阜県 (%)	全国 (%)	χ^2 値	P値
収縮期血圧 160mmHg以上								
20-29歳	0.0	0.0	—	—	0.0	0.0	—	—
30-39歳	0.0	0.6	0.23 *	1.00	2.9	0.4	5.35 *	0.08
40-49歳	8.2	3.6	2.62 *	0.16	2.9	2.4	0.08 *	0.73
50-59歳	6.4	9.5	0.92	0.34	15.0	7.2	8.37	0.004
60-69歳	12.9	13.8	0.04	0.84	18.6	11.1	4.43	0.04
70歳以上	33.8	17.5	9.67	0.002	25.0	17.5	3.08	0.08
収縮期血圧 140-159mmHg								
20-29歳	17.9	6.4	4.69 *	0.05	0.0	0.7	0.37 *	0.54
30-39歳	8.3	8.1	0.00 *	1.00	5.9	2.8	1.87 *	0.25
40-49歳	16.1	19.6	0.39	0.53	14.0	10.5	1.10	0.30
50-59歳	27.3	23.6	0.53	0.46	35.2	19.4	13.77	0.000
60-69歳	45.9	33.3	4.43	0.04	41.0	29.8	4.08	0.04
70歳以上	50.9	36.2	4.06	0.04	49.4	35.0	6.09	0.01
拡張期血圧 90mmHg以上								
20-29歳	7.1	7.2	0.00 *	1.00	3.7	0.0	10.80 *	0.02
30-39歳	19.4	14.2	0.69	0.41	5.7	3.2	1.16 *	0.29
40-49歳	24.6	26.9	0.14	0.71	16.5	9.4	4.69	0.03
50-59歳	26.6	28.9	0.21	0.65	29.9	19.4	7.15	0.007
60-69歳	29.4	26.9	0.23	0.63	25.5	19.6	1.82	0.18
70歳以上	23.8	17.9	1.35	0.25	10.3	10.7	0.01	0.91
降圧薬服用者								
20-29歳	0.0	0.0	—	—	0.0	0.0	—	—
30-39歳	0.0	2.2	0.81 *	1.00	1.4	0.4	1.26 *	0.32
40-49歳	3.3	4.8	0.29 *	1.00	5.8	5.3	0.06	0.81
50-59歳	14.9	18.2	0.59	0.44	18.9	15.9	0.74	0.39
60-69歳	32.9	28.4	0.74	0.39	26.5	29.6	0.43	0.51
70歳以上	42.5	41.6	0.02	0.88	46.6	48.6	0.16	0.69
肥満度(BMI) 25以上								
20-29歳	18.9	18.6	0.00	0.96	12.7	6.9	3.32	0.07
30-39歳	34.4	27.3	1.37	0.24	17.1	12.9	1.08	0.30
40-49歳	22.6	28.9	1.43	0.23	17.9	20.2	0.35	0.56
50-59歳	31.4	29.9	0.10	0.75	29.2	23.6	2.05	0.15
60-69歳	30.4	35.1	0.78	0.38	31.8	31.0	0.03	0.87
70歳以上	14.6	21.7	2.35	0.13	22.6	27.3	1.31	0.25

* Fisherの直接確率検定、-計算不能

が見られなかった。

BMI25以上を示す者の割合は男女とも岐阜県と全国に差が認められなかった。

総コレステロール 220mg/dl以上, HDLコレステロール 40mg/dl未満, HDLコレステロール 80mg/dl以上を示す者の割合は男女とも全国と比べ差がみられなかった。

血糖 120 mg/dl以上を示す者の割合は男女とも岐阜県と全国に差が見られなかった。

中性脂肪 140 mg/dl以上を示す者の割合は男女とも 50-59 歳階級で岐阜県が全国より有意に高かった。

また、中性脂肪 200 mg/dl以上を示す者は男女の 20-29 歳、男性の 70 歳以上の階級で岐阜県が全国より有意に高かった。

3.2 生活習慣の比較

運動、喫煙、飲酒の有無について性・年齢階級別に岐阜県と全国との比較を行い表 4 に示した。

運動では男女とも岐阜県と全国に差異は見られなかつたが、喫煙では女性の 20-29 歳、30-39 歳、40-49 歳階級で岐阜県が全国より有意に低く、20 歳以上の全年齢でも岐阜県が有意に低かった。また、飲酒では

表 3 性・年齢階級別の血液生化学検査データの比較

区分	男性				女性			
	岐阜県 (%)	全国 (%)	χ^2 値	P値	岐阜県 (%)	全国 (%)	χ^2 値	P値
総コレステロール 220mg/dl以上								
20-29歳	23.3	13.9	1.83	0.18	9.6	8.6	0.06 *	0.79
30-39歳	25.0	25.9	0.01	0.91	13.4	14.8	0.08	0.77
40-49歳	35.6	33.1	0.14	0.71	27.0	22.5	0.96	0.33
50-59歳	29.7	30.0	0.00	0.95	52.0	46.9	1.10	0.29
60-69歳	32.5	25.6	1.80	0.18	49.0	45.4	0.46	0.50
70歳以上	19.7	17.3	0.27	0.60	33.0	39.1	1.48	0.22
HDLコレステロール 40mg/dl未満								
20-29歳	15.4	14.4	0.02 *	0.78	3.8	3.2	0.05 *	0.69
30-39歳	22.2	12.4	2.63	0.11	7.5	3.2	3.02 *	0.09
40-49歳	15.3	14.5	0.02	0.88	3.0	4.7	0.59 *	0.60
50-59歳	17.6	15.5	0.25	0.62	6.5	6.0	0.05	0.83
60-69歳	19.3	18.7	0.02	0.89	11.8	8.4	1.27	0.26
70歳以上	18.4	22.8	0.71	0.40	12.5	10.3	0.47	0.50
HDLコレステロール 80mg/dl以上								
20-29歳	3.8	2.9	0.08 *	0.57	19.2	12.9	1.49	0.22
30-39歳	8.3	5.3	0.54 *	0.44	16.4	14.8	0.13	0.72
40-49歳	8.5	5.9	0.56 *	0.40	17.0	13.4	0.90	0.34
50-59歳	3.3	6.7	1.54 *	0.34	15.4	14.2	0.12	0.73
60-69歳	6.0	4.1	0.66 *	0.39	3.9	7.9	2.03 *	0.22
70歳以上	9.2	5.3	1.80	0.18	6.3	6.2	0.00	0.99
中性脂肪 140mg/dl以上								
20-29歳	46.2	36.8	0.85	0.36	17.3	10.0	2.37	0.12
30-39歳	52.8	46.8	0.46	0.50	22.4	16.2	1.63	0.20
40-49歳	54.2	54.1	0.00	0.99	30.0	25.3	0.98	0.32
50-59歳	57.1	45.7	4.01	0.05	47.2	37.4	4.22	0.04
60-69歳	51.8	47.6	0.51	0.47	45.1	41.6	0.43	0.51
70歳以上	36.8	37.6	0.02	0.89	47.3	43.6	0.53	0.47
中性脂肪 200mg/dl以上								
20-29歳	34.6	15.3	5.98	0.01	11.5	3.6	6.07	0.01
30-39歳	30.6	24.5	0.63	0.43	10.4	6.0	1.93	0.16
40-49歳	35.6	29.0	1.04	0.31	11.0	10.3	0.05	0.83
50-59歳	25.3	24.5	0.02	0.88	25.2	18.5	3.00	0.08
60-69歳	16.9	25.2	2.76	0.10	18.6	20.0	0.11	0.74
70歳以上	9.2	18.5	3.90	0.05	20.5	18.0	0.41	0.52
血糖 120mg/dl以上								
20-29歳	7.7	3.0	1.38 *	0.24	4.0	1.4	1.56 *	0.23
30-39歳	2.8	3.8	0.09 *	1.00	1.5	3.5	0.70 *	0.71
40-49歳	3.4	8.4	1.74 *	0.28	2.0	4.4	1.16 *	0.40
50-59歳	14.3	10.9	0.82	0.36	13.9	13.9	0.00	0.99
60-69歳	22.9	22.0	0.03	0.85	25.7	21.6	0.83	0.36
70歳以上	29.3	28.1	0.05	0.82	21.8	29.8	2.80	0.09

* : Fisher の直接確率検定

全国より岐阜県女性の40-49歳が有意に低く、70歳以上では有意に高く、年齢階級によって異なった傾向を示していた。

食塩摂取量については表5に示したとおり、男女とも全国に比較して岐阜県が低い傾向にあるが、男性の30-39歳、60-69歳、70歳以上、女性の40-49歳、50-59歳、60-69歳階級では全国と有意な差は見られなかった。

4 考 察

高血圧者の出現割合を収縮期血圧160mmHg以上、

140-159mmHg、拡張期血圧90mmHg以上として比較すると、岐阜県男性では20歳以上の一一部の年齢階級で収縮期血圧160mmHg以上、140-159mmHgで有意に全国より高くなっている。また、岐阜県女性では全年齢階級にわたって、収縮期血圧160mmHg以上、140-159mmHg、拡張期血圧90mmHg以上のいずれかで全国より高い傾向にあった。これらの高血圧対策として降圧薬治療や生活習慣の修正が求められている⁶⁾。しかし、岐阜県での降圧薬服用については男女とも全国と有意な差異が見られなかった。このことから、高血圧者の割合が高いにもかかわらず適正血圧を確保するた

表4 性・年齢階級別の生活習慣についての比較

区分	年齢階級	有無	男 性		オッズ比 (95%信頼区間)	女 性		オッズ比 (95%信頼区間)
			岐阜県	全 国		岐阜県	全 国	
運動習慣	20-29歳	あり	8	97	0.90 (0.39-2.08)	7	61	0.86 (0.37-2.00)
		なし	22	239		46	345	
	30-39歳	あり	6	91	0.60 (0.25-1.48)	9	116	0.60 (0.29-1.24)
		なし	33	302		61	474	
	40-49歳	あり	15	104	1.12 (0.60-2.09)	31	148	1.49 (0.94-2.36)
		なし	46	357		71	506	
	50-59歳	あり	22	172	0.74 (0.44-1.23)	36	254	0.93 (0.61-1.41)
		なし	73	421		90	590	
	60-69歳	あり	29	259	0.79 (0.49-1.28)	31	278	0.69 (0.44-1.08)
		なし	56	397		72	447	
	70歳以上	あり	36	210	1.11 (0.69-1.79)	43	209	1.26 (0.84-1.90)
		なし	43	279		75	459	
	計	あり	116	933	0.88 (0.69-1.11)	157	1,066	0.98 (0.80-1.19)
		なし	273	1,995		415	2,821	
喫煙習慣	20-29歳	あり	19	205	1.11 (0.51-2.41)	4	85	0.31 (0.11-0.84)
		なし	11	132		49	322	
	30-39歳	あり	24	223	1.23 (0.63-2.41)	7	111	0.48 (0.22-1.06)
		なし	15	171		63	479	
	40-49歳	あり	36	255	1.17 (0.68-2.02)	6	89	0.40 (0.17-0.91)
		なし	25	208		96	566	
	50-59歳	あり	53	323	1.07 (0.69-1.66)	11	88	0.82 (0.43-1.58)
		なし	42	274		115	756	
	60-69歳	あり	37	243	1.31 (0.83-2.07)	7	48	1.03 (0.45-2.34)
		なし	48	413		96	677	
	70歳以上	あり	20	144	0.81 (0.47-1.40)	2	27	0.41 (0.10-1.67)
		なし	59	346		116	641	
	計	あり	189	1,393	1.11 (0.89-1.38)	37	448	0.56 (0.40-0.78)
		なし	200	1,544		535	3,441	
飲酒習慣	20-29歳	あり	4	94	0.40 (0.14-1.14)	5	34	1.14 (0.43-3.06)
		なし	26	244		48	373	
	30-39歳	あり	19	210	0.83 (0.43-1.61)	6	83	0.57 (0.24-1.35)
		なし	20	184		64	506	
	40-49歳	あり	37	259	1.22 (0.71-2.11)	5	75	0.40 (0.16-0.98)
		なし	24	205		97	578	
	50-59歳	あり	59	367	1.03 (0.66-1.61)	18	83	1.53 (0.88-2.64)
		なし	36	230		108	761	
	60-69歳	あり	43	373	0.77 (0.49-1.22)	7	53	0.92 (0.41-2.09)
		なし	42	282		96	672	
	70歳以上	あり	26	188	0.79 (0.48-1.30)	5	22	5.43 (2.12-13.88)
		なし	53	301		27	645	
	計	あり	188	1,491	0.87 (0.70-1.09)	46	350	0.98 (0.72-1.36)
		なし	201	1,446		440	3,535	

めの降圧薬の服用が適切に行われていない可能性が示唆された。

著者ら既報⁷⁾において、岐阜県女性の高率死亡地域と対照地域を比較し、高血圧の保有状況には差異が認められないものの、高率死亡地域では降圧薬の適正な服用などの血压管理状況が劣っていたことを明らかにした。血压値については、加齢に伴い上昇することが指摘されている⁸⁾が、岐阜県では、とりわけ女性を対象とした適正血压維持のための保健指導が重要であることが、今回の研究結果からも示された。

高血圧対策には非薬物療法である生活習慣の改善が必要であり、運動、喫煙、飲酒、食事などは正が求められている⁹⁾。岐阜県では男女とも高血圧者の割合が全国レベルを上回っていた。これらの要因を探るために運動、喫煙、飲酒などについて全国との比較を行ったところ、岐阜県男性では運動、飲酒、喫煙のいずれの生活習慣も全国との差異が見られなかった。また、岐阜県女性では全国に比較して喫煙が少ない傾向にあった。喫煙はニコチンによる短期的な血压上昇効果があるほか、日中の昇圧効果や重症の高血圧のリスクとなっている⁹⁾。岐阜県女性の喫煙者が全国レベルに比較して少ない傾向は健康に望ましい状況にあると考えられる。また、岐阜県女性の飲酒でも年齢階級による差異がみられるものの、概して全国と変わりなかった。これらのことから、飲酒、喫煙、運動習慣が岐阜県女性の高血圧の要因として積極的に作用しているとは考えられない。しかし、岐阜県女性の高血圧対策として降圧薬の利用と運動習慣の確保、食事による食塩制限などの組み合わせによって改善されるべきと考える。岐阜県の食塩摂取量については男女ともいずれの年齢階級についても全国レベルより多くはなっていない

表5 性・年齢階級別の食塩摂取量(g/人・日)の比較

性	年齢階級	岐阜県		全国		t 検定
		人数	平均 (SD)	人数	平均 (SD)	
男 性	20-29歳	99	10.9 (5.2)	676	12.1 (5.3)	*
	30-39歳	87	12.2 (5.9)	688	13.0 (5.3)	
	40-49歳	110	12.8 (6.2)	770	14.0 (6.0)	*
	50-59歳	142	13.5 (5.8)	913	14.8 (6.0)	**
	60-69歳	104	13.9 (6.0)	828	14.4 (5.6)	
	70歳以上	103	13.0 (6.5)	638	14.1 (6.1)	
女 性	20-29歳	113	9.6 (4.9)	692	11.0 (4.9)	**
	30-39歳	97	10.2 (5.0)	787	11.2 (4.3)	*
	40-49歳	133	11.3 (8.0)	874	12.0 (4.8)	
	50-59歳	151	12.8 (6.2)	1,050	13.2 (5.2)	
	60-69歳	121	12.6 (6.5)	854	12.9 (5.4)	
	70歳以上	152	11.2 (5.5)	906	12.1 (5.1)	*

* p<0.05, ** p<0.01

い。しかし、収縮期血压が有意に高くなっている50歳代から60歳代の女性に対して、食塩摂取量が有意に低いレベルにまで食塩摂取量を減少させる働きかけがより一層大切であると考える。吉田ら¹⁰⁾も、集団レベルでの目標値を10g/日未満に設定し、年齢層に応じた減塩対策が必要であるとしている。また、全国患者調査の結果¹¹⁾によると岐阜県の循環器系疾患による受療率は入院、外来ともに全国平均を上回っており、人口当たりの高血圧既往者が多い傾向を示している。既に、運動や減塩、野菜・果物摂取によって血压を低下させ得ることが明らかになっており^{9, 12)}、これらに結びつく県民の行動変容が必要であると考える。

肥満度やコレステロール、血糖値については、男女とも岐阜県と全国に有意な差は認められなかった。しかし、中性脂肪については男女とも特に20代、50代の世代で岐阜県が有意に高い傾向にあり、やはりこれらの世代における運動習慣の必要性が示唆された。

以上のように、生活習慣病の「死の四重奏」¹³⁾とされている高血圧、肥満、高脂血症（高中性脂肪）、高血糖（糖代謝異常）について比較してみたが、県民は全国レベルに比較して高血圧の割合が高いといえる。高血圧管理が地域における課題であり、脳卒中予防の観点からもハイリスク者を対象にした生活習慣に対する指導の徹底が必要であると考える。

平成12年都道府県別別生命表¹³⁾によると岐阜県男性の平均寿命の全国順位は9位であるのに対して、女性は39位となっており、この傾向は以前から指摘されてきたところである。今回の研究結果から、岐阜県女性が高血圧傾向にあることが明らかになり、このことが岐阜県女性の平均寿命順位が低いことの一因になっていると考えられる。また、平成13年の岐阜県の人口動態統計¹⁴⁾でも心疾患と脳血管疾患による死亡を含めた循環器疾患死亡は全体の29.5%を占めており、がんに次ぐ死因の第2位を占めている。さらに、脳血管疾患は死亡にまで至らなくても、発症後の痴呆や寝たきりの原因ともなっていることから、生活習慣の改善による発症予防が求められる。

いずれにせよ、岐阜県女性の平均寿命を改善するには食塩摂取量の低減化などにより、高血圧の出現頻度を少なくするための予防が大切である。

文 献

- 橋本猛：生活習慣病と危険因子の関係、生活習慣病講座、南江堂、13-27、2001。
- 谷口博昭、今井浩三：食習慣と癌、医学のあゆみ、

- 202, 967-971, 2002.
- 3) 岐阜県健康福祉環境部健康政策課編, 平成12年県民健康調査結果報告書, 岐阜県, 2001.
- 4) 健康・栄養情報研究会編, 国民栄養の現状, 平成12年厚生労働省国民栄養調査結果, 第一出版, 2002.
- 5) 佐藤俊哉, 前田和甫: 疫学研究から得られる層別データの要約－Mantel-Haenszel推定量とそれに基づく信頼区間の推定－, 日本公衛誌, 34, 255-260, 1987.
- 6) 松村潔, 阿部功: 高血圧治療ガイドライン2000年版－JSH2000の特色と問題点－, 医学のあゆみ, 202, 654-658, 2002.
- 7) 森洋隆, 田中耕, 児玉文夫, 高橋稔明, 井口恒男: 岐阜県下脳卒中高死亡率地域および対照地域における生活習慣等の地域差に関する検討, 厚生の指標, 47 (1), 30-36, 2000.
- 8) 小澤利男: 老化と高血圧, からだの科学 増刊, 日本評論社, 45-49, 1993.
- 9) 滝内伸, 河野雄平: 高血圧療法におけるライフスタイル是正の有効性, 医学のあゆみ, 202, 659-663, 2002.
- 10) 吉田登代子, 日置敦巳, 桑原加奈子, 和田明美: 地域における食塩摂取目標値の設定, 厚生の指標, 49 (4), 17-21, 2002.
- 11) 厚生省大臣官房統計情報部編, 平成8年患者調査中巻, 厚生省大臣官房統計情報部, 1996.
- 12) Fleet J.C.: DASH without the dash (of salt) can lower blood pressure, Nutr. Rev., 59 (9), 291-293, 2001.
- 13) 厚生統計協会: 国民衛生の動向, 厚生の指標, 50 (9), 2003.
- 14) 岐阜県健康福祉環境部医療整備課編, 平成13年衛生年報, 岐阜県健康局, 2003.

Comparison of the results of Nutrition Survey in Gifu Prefecture and in Japan, 2000

Tagayasu TANAKA, Hirotaka MORI, Fumie TANGE*, Asami MOCHIDUKI***, Atsushi HIOKI****

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences : 1-1, Naka-fudogaoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

*Gifu Prefectural Seino Region Public Health Center : 422-3, Esaki, Ogaki,
Gifu 503-0838, Japan

** Gifu Prefectural Ena Public Health Center : 1067-71, Shoge, Ena, Gifu 509-7203, Japan

*** Gifu Prefectural Gifu Region Public Health Center : 1-1, Naka-fudogaoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

Summary

By comparing the results of nutrition survey, we clarified the differences of lifestyle and the healthy situation between Gifu prefecture and Japan. In both of men and women over 20-years-old, there were no significant differences of regular exercise, smoking, BMI, and blood cholesterol and glucose level in Gifu Prefecture and Japan. However, the level of systolic or diastolic blood pressure of women in Gifu Prefecture was significantly higher than that of national level for all ages. Therefore, it is considered that decrease of salt intake, increase of fruits and vegetables intake, and regular exercise are necessary. Furthermore, the necessity of proper antihypertensive medications for maintenance of blood pressure was also discussed.

Keywords : lifestyle, hypertension, salt intake, nutrition survey, odds ratio

資料

溶融スラグの土木資材利用時の環境影響について

岡 正人, 形見武男*, 安田 裕, 渡辺祐二**, 青山光治**, 後藤益宏**

要旨

可茂衛生施設利用組合の灰溶融炉から発生した溶融スラグについて、土木資材（下層路盤材）としての適応性について、環境への影響という観点から検討した。溶融スラグを下層路盤材として利用した場合については、現在に至るまで重金属の溶出等異常は認められなかった。また、溶融スラグを舗装材へ利用した場合の環境大気への影響については、岐阜県内で実施された過去の事例と比較しても、影響を及ぼしていないことがわかった。また、実際の施工と同一条件でカラム試験を行ったところ、環境への影響についての予測手法として有益であることが分かった。

キーワード：溶融スラグ、有効利用、路盤材、環境影響

1. はじめに

一般廃棄物の処理は、焼却による減容化・安定化・無害化処理後、埋立処分されているのが現状である。一方、最終処分場の不足や新規埋め立て地の立地が困難なことより、ごみの排出抑制及びリサイクルの推進・焼却による減容化が必要となっている。そこで、ごみの溶融固化技術が開発され、各県の市町村に、灰溶融及びガス化溶融溶融設備の導入が進んでいる。また、平成14年12月より規制が強化された排気ガス中のダイオキシン類低減対策として導入され始めているところが多いものと推測している。

ごみの溶融技術は、ダイオキシン類の低減や最終処分場への負荷低減に効果があり、資源循環型社会構築へのキーテクノロジーとして注目されている^{1)~3)}。ここから生成する溶融スラグの有効利用についても平成10年3月26日に厚生省から溶融スラグの有効利用に関する指針「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用の促進について」が通知され、JIS化の検討も進めている。また、コンクリート用細骨材及び道路用骨材への利用については、平成14年7月20日にTRが公表されている。

可茂衛生施設利用組合では、ごみ焼却灰の減容・無

害化ならびに溶融スラグの資源化を目的として灰溶融炉を導入し、平成11年4月から本格的に稼働している。本施設では、焼却灰を電気プラズマ式灰溶融炉で溶融し、溶融スラグは水碎処理している。この水碎スラグについて土木資材としての有効利用を検討するため、スラグの化学的性状、碎石との組み合わせによるカラム試験、試験区での下層路盤材へ利用した場合の浸出水における経時変化及び舗装材へ利用した場合のハイポリウム・エーサンプラーを用いた環境大気への影響について検討したので報告する⁴⁾。

2. 実験方法

2.1 溶融スラグの溶出試験

溶融スラグの溶出試験は、「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用に関する指針」に基づいた溶出試験（環境庁告示第46号試験）を行った。

すなわち、溶融スラグを風乾後、目開き2.0mmの標準ふるいを用いて試料を調整し、個液比1:10で6時間攪拌後、ろ過して試験液とした。

2.2 アビラビリティ試験

粉末スラグからの重金属の溶出試験（アビラビリティ試験）を実施した。アビラビリティ試験とは、

岐阜県保健環境研究所：504-0838 各務原市那加不動丘1-1

*(現)岐阜県生物産業技術研究所：505-0004 美濃加茂市蜂屋町上蜂屋3481-2

**可茂衛生施設利用組合：509-0247 岐阜県可児市塩河839

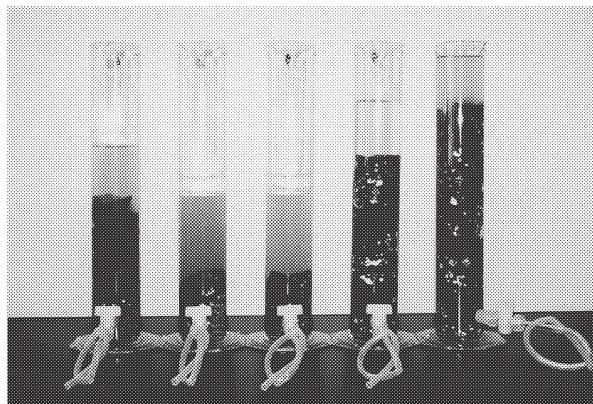


写真1 カラム試験の状況

オランダの公定法で粉末廃棄物（ $125 \mu\text{m}$ 以下）から実験室レベルでの最大溶出量を示す値として知られており、pH=7及び4における総溶出量を評価する方法である。この方法は、実環境においてpHが変動した非常に過酷な条件下での廃棄物からの最大溶出可能量とされている^{5)~7)}。すなわち、溶融スラグをメノウ乳鉢を用いて粉碎した後、目開き $125 \mu\text{m}$ の標準ふるいを用いて試料を調整し、固液比1:50でpH=7を維持した溶液で3時間攪拌後ろ過し、その残さを再び固液比1:50でpH=4を維持した溶液で3時間攪拌し、全ろ液を試験液とした。

2.3 カラム試験

現在下層路盤材として使用されている碎石（C-40, M-30：県内A, B社）に本施設から発生した溶融スラグを実施工と同一条件（溶融スラグを10 wt%混入）で配合し、1000 mlのコック付きメスシリンドラー（内口径63 mm）に詰めた（写真1）後、蒸留水に24時間浸漬し下部より採水した。再び24時間浸漬する工程を繰り返し採水を行った。この採水溶液を対象に金属類の溶出濃度を評価した。

2.4 試験施工

2.4.1 下層路盤材への適用

県道のアスファルト舗装工事現場で、下層路盤材の一部として溶融スラグを10 wt%混入した試験区を設定し、浸出液の環境への影響を検討した。試験区においては、下層路盤中に採水管（塩化ビニル製、 $\phi 50 \text{ mm}$ ）を2車線分2箇所に勾配を付けて埋設した（写真2）。採水場所として、採水管の一端に採水用ピット（容量：約2 L）を設置した。また、施工現場における地下水位を確認するため、採水ピットの横に地下水位計測用の塩化ビニル管を設置した。この採水溶液を対象に金属類の溶出濃度を評価した。



写真2 試験施工時の採水管設置状況について

2.4.2 表層アスファルトへの適用

県道のアスファルト舗装工事現場で、表層アスファルトへ溶融スラグを10 wt%混入した舗装材を用いた試験区を設定し、粉じんによる環境大気への影響について検討した。すなわち、道路の両端2カ所にハイボリウム・エアーサンプラーを設置し、施工直後と1年経過時において、環境大気約1000 Lを24時間連続捕集して大気粉じんを採取し、粉じん濃度を算出した。また、シリカ繊維ろ紙上に捕集した粉じんの一部について各金属成分の定量を行った。

2.5 分析装置及び試薬

溶融スラグの組成分析は、蛍光X線装置3080 E（リガク社製）を使用した。また、重金属類の測定は、誘導結合プラズマ発光分析装置I R I S（日本ジャーレル・アッシュ（株）社製）を、還元気化水銀測定装置R A - 2 A（日本インスツルメンツ（株）社製）を、また、陰・陽イオン分析にはイオン分析装置I C 7000（横河電機（株）社製）を用いた。

3. 結果及び考察

3.1 施設概要

本施設のごみ処理等流れを図1に示した。

焼却炉は全連続式ストーカー炉80 t/日×3炉、灰溶融炉はプラズマ式30 t/日×2炉である。焼却灰は、焼却炉から輸送コンベアで前処理設備へ運ばれた後、鉄分等を除去し灰溶融炉で溶融している。プラズマ式灰溶融炉は直流電気抵抗炉で、密閉構造の炉蓋から黒鉛電極が挿入され、溶融スラグに直接通電され、その電気抵抗熱でスラグ自体が加熱され、供給灰を連続的に溶融する方法であり、また、炉内を常に窒素ガスで満たすことにより還元雰囲気下を保っている。本施設は、溶融スラグと溶融メタルは炉内で完全に比重分離され、出滓口から排出する構造になっている。したがっ

表1 蛍光X線によるスラグ分析結果（単位：wt%）

	スラグA	スラグB
SiO ₂	32.14	33.75
CaO	30.83	28.97
Al ₂ O ₃	26.5	26.08
Fe ₂ O ₃	2.72	3.38
P ₂ O ₅	1.49	1.27
MgO	0.75	0.69
Na ₂ O	0.66	0.89
塩基度	0.96	0.86

て、供給灰中に含まれるPb, Zn等の重金属類は、還元雰囲気下で長時間溶融されるため、スラグからメタル分として分離除去される。このことは、重金属含量の少ない安全性の高い溶融スラグが得られることを示唆している。

3.2 スラグの化学組成

発生した溶融スラグの蛍光X線による分析結果を表1に示す。溶融スラグは、主成分が SiO_2 , CaO , Al_2O_3 であり、これらで全体の約80%以上を占め、化学的に安定したガラス状の物質である。本プロセスでは炉内で溶融スラグと溶融メタルが比重分離されているため、スラグ中の鉄分の混入が非常に少なく、蛍光X線による分析でも3%前後という結果であった。このため、溶融スラグ中の鉄に起因した赤錆等の発生が少なくなり、有効利用する上で非常に好ましい性状であるものと考えられる。

表2 溶融スラグの溶出試験結果（環告46号）

	スラグA	スラグB	目標基準*
Cd (mg/l)	<0.001	<0.001	0.01以下
Pb (mg/l)	<0.005	<0.005	0.01以下
Cr ⁶⁺ (mg/l)	<0.05	<0.05	0.05以下
As (mg/l)	<0.005	<0.005	0.01以下
T-Hg (mg/l)	<0.0005	<0.0005	0.0005以下
Se (mg/l)	<0.01	<0.01	0.01以下

※目標基準

「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用の促進について」 (旧厚生省:平成10年3月26日 生衛発第508号)

3.3 溶融スラグの溶出試験

溶融スラグの溶出試験結果を表2に示す。本施設から発生する溶融スラグは、厚生省が提示する目標基準を充分満足するものであった。

また、スラグの土木資材としての適応性をさらに調査するため、粉末スラグからの重金属の溶出試験（アベイリティ試験）を実施した。表3の結果より、Cu, Zn, Pb等の金属類が溶出しやすい傾向を示した。これは、これらの金属は溶液が酸性側へ傾くことで溶出しやすくなることを示唆するものである。したがって、溶融スラグを土木資材として他の骨材と併用する場合、骨材からの浸出液のpHに充分留意して使用する必要があると考えられる。

3.4 土木資材としての適応性

3.4.1 カラム試験

カラム試験結果を表4及び表5に示した。ここで、

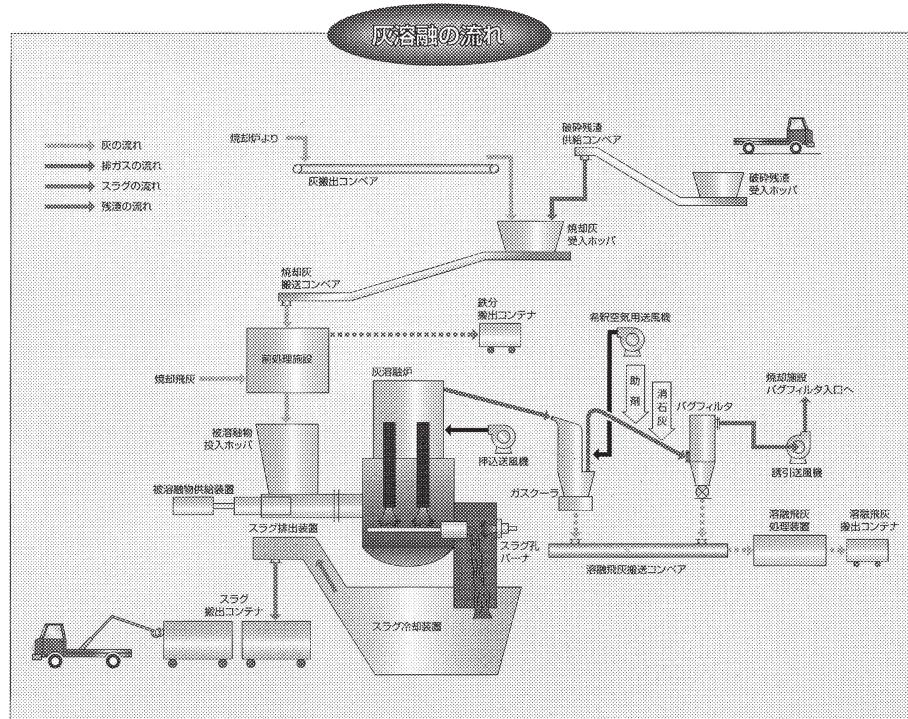


図1 可茂衛生施設利用組合 施設フロー

表3 アベイラビリティ試験結果

項目	溶出濃度 ($\mu\text{g/g}$)
Cd	0.003
Pb	0.044
T-Cr	0.026
As	<0.005
Se	<0.01
Cu	2.178
Fe	<1.000
Zn	1.863

想定年数とは、岐阜地方気象台資料による過去5年間（1996年～2000年）の年間降水量の平均値（1900mm）を基礎に、積算した採水溶液をこの平均値で割ることにより算出した。また、各金属の濃度は、相当する想定年数における採水した溶液のものを表している。その結果、採水直後の0.1年では電気伝導度が非常に高い値を示し、Fe, Mn, Zn等の溶出が認められた。しかし、時間の経過に伴い溶出は急激に減少していくことが確認された。また、溶出初期0.1年のカラム浸漬溶液（A社採石使用）について陰イオン・陽イオンの分析を行い、結果を表6に示した。初期段階のカラム浸漬溶液では塩素イオン濃度が非常に高い値を示すことが分かった。これは溶融スラグに付着している塩素

表6 カラム試験イオン分析結果

項目	0.1年（想定年数）
Cl ⁻ (ppm)	902
NO ₃ ⁻ (ppm)	8
SO ₄ ²⁻ (ppm)	5
Na ⁺ (ppm)	314
K ⁺ (ppm)	223
Ca ²⁺ (ppm)	148

イオンが浸漬の初期段階で溶出したことによるものと考えられた。

3.4.2 下層路盤材試験施工

溶融スラグを下層路盤材に適用した場合のピット水分析結果を表7及び表8に示す。これらの結果より、A及びB地点における各種金属濃度は施工直後から現在に至るまで環境基準を充分満足する結果であった。なお、B地点においてZnの溶出が確認されたが、この地点の土壤の溶出試験を行ったところ、0.03mg/Lと同程度確認されたことより、土質由来であると考えられた。

また、カラム試験と同様に施工直後のピット水の電気伝導度は高い値を示した。そこで、A地点の施工直

表4 A社の碎石を用いた場合のカラム試験結果

想定年数	pH	EC	As	Cd	Fe	Mn	Pb	Se	Zn
0.1年	7.92	1720	<0.005	<0.001	0.198	0.051	<0.005	<0.01	<0.01
0.2年	8.18	655	<0.005	<0.001	0.566	0.014	<0.005	<0.01	<0.01
0.3年	8.27	192	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
0.5年	8.24	152	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
1.0年	8.00	124	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
2.0年	8.31	141	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
3.0年	8.09	123	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
4.0年	8.05	110	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01

溶融スラグ混入率：10wt%

表5 B社の碎石を用いた場合のカラム試験結果

想定年数	pH	EC	As	Cd	Fe	Mn	Pb	Se	Zn
0.1年	7.42	1840	<0.005	<0.001	<0.01	0.124	<0.005	<0.01	<0.01
0.2年	7.78	362	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	0.027
0.3年	7.90	154	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	0.036
0.5年	7.80	87	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
1.0年	7.98	73	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
2.0年	7.97	45	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
3.0年	7.99	35	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01
4.0年	7.92	45	<0.005	<0.001	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01

溶融スラグ混入率：10wt%

表7 ピット水の分析結果 (A地点)

単位: mg/L

	施工直後	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	環境基準
pH	7.2	7	6.7	6.6	6.8	7	6.8	
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01以下
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01以下
Cr ⁶⁺	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05以下
As	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01以下
T-Hg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005以下
Se	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01以下
Cu	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Zn	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Cr	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	

表8 ピット水の分析結果 (B地点)

単位: mg/L

	施工直後	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	環境基準
pH	7.2	6.9	6.7	6.4	6.6	7.7	7	
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01以下
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01以下
Cr ⁶⁺	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05以下
As	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01以下
T-Hg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005以下
Se	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01以下
Cu	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Zn	<0.02	0.03	0.07	0.04	<0.02	0.04	<0.02	
Cr	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	

後のピット水について陰イオン・陽イオン分析を行い、結果を表9に示した。カラム試験と同様に高い塩素イオン濃度を示すことが分かった。これは、溶融スラグに付着しているイオンが施工直後に流出しているものと推測された。これらの結果より、カラム試験が環境への影響を予測する一つの指標となりうるものであることが示唆された。

3.4.3 表層アスファルト舗装材に適用時の浮遊粉じん調査

溶融スラグを表層アスファルトに混入した舗装材を施工した現場の浮遊粉じん濃度を調査した結果、施工直後では 0.077 mg/m^3 であり、1年経過後は 0.061 mg/m^3 であった。

次に、粉じん中の金属組成について蛍光X線による分析を行った結果を表10に示す。また、粉じん中の金属濃度について表11に示す。これらの結果を、形見ら⁸⁾が昭和60年及び昭和61年に実施した岐阜県内におけるアスファルト舗装道路における粉じん中の金属濃度の2年間の平均値と比較すると、今回の各金属濃度は変動の範囲内であり、特に高いものではないことがわかった。

表9 ピット水のイオン分析結果

(A地点)

項目	施工直後
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1,840
Cl ⁻ (ppm)	695
NO ₃ ⁻ (ppm)	41
SO ₄ ²⁻ (ppm)	687
Na ⁺ (ppm)	169
NH ₄ ⁺ (ppm)	0.53
K ⁺ (ppm)	41
Ca ²⁺ (ppm)	443
Mg ²⁺ (ppm)	78

次に、粉じん中のイオン性成分の分析を行った。分析法は、角田ら⁹⁾が昭和63年に実施した岐阜県内における環境大気中における浮遊粉じん中のイオン性成分の分析法に従った。その結果を表12に示す。角田ら⁹⁾の報告によると岐阜県内の浮遊粉じん中におけるCaイオン濃度は $1.3 \sim 4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、今回の結果は変動の範囲内であり、特に高いものではないことがわかった。

これらの結果から、舗装材としての表層アスファルトへの溶融スラグの混入は、岐阜県内で実施された過

表10 粉じんの蛍光X線分析結果

単位: mass%

	施工直後	1年経過
Na	4.5	6.1
Mg	2.9	2.2
Al	22	12
P	0.28	0.87
S	6.9	19
K	13	12
Ca	12	15
Mn	1	0.85
Fe	30	18
Ni	0.25	0.049
Cu	1.3	6.9
Zn	1.7	5.3

表11 粉じん中の金属濃度

単位: ng/m³

	Cd	Pb	Cr	Fe	Mn	Cu	Ni	Zn
施工直後	0.7	18	2.6	1400	60	25	2.6	120
1年経過	0.8	29	2	600	21	130	2.6	180
A市	1.2	57	6.8	1500	58	120	5.6	350
B町	1.1	37	3.5	1000	77	46	3.4	96
C町	0.8	62	6.7	2400	120	160	8.3	400
D町	1.3	53	8.9	1900	77	180	11	300

表12 粉じん中のイオン性成分分析

単位: μg/m³

	施工直後	1年経過
SO₄²⁻	1.5	2.1
NO₃⁻	0.5	0.6
Cl⁻	0.2	ND
NH₄⁺	0.2	0.6
Na⁺	0.4	0.4
K⁺	0.1	0.1
Ca²⁺	1.2	0.2
Mg²⁺	0.1	0.1

去の例から判断しても、環境大気中へ特に影響を及ぼしていないことが示唆された。

謝 辞

本研究に際してご協力をいただきました可茂衛生施設利用組合、岐阜県基盤整備部企画管理課建設技術室及び岐阜県碎石工業組合の関係者各位に深謝いたします。

文 献

- 1) 谷川昇: 新処理技術, 廃棄物学会誌, 9, 470-486, 1998.
- 2) 中村一夫: 新処理技術を組み合わせたシステムの検討, 廃棄物学会誌, 9, 496-508, 1998.
- 3) 原田裕昭: 廃棄物の分解・溶融・有価物回収システムについて, 環境管理, 31, 37-46, 1995.
- 4) 岡正人, 形見武男, 安田裕, 渡辺祐二, 青山光治, 後藤益弘, 渡邊光雄: 溶融スラグの土木資材利用時の環境影響評価, 第12回廃棄物学会研究発表論文集, 561~563, 2001.
- 5) 金子栄廣: 溶出試験法の現状と展望, 廃棄物学会誌, 3, 182-191, 1992.
- 6) 酒井伸一, 水谷聰, 高月絃, 岩田拓郎: 廃棄物の溶出試験に関する研究, 廃棄物学会誌, 6, 225-234, 1995.
- 7) 酒井伸一, 水谷聰, 高月絃: 溶出試験の基本的考え方, 廃棄物学会誌, 7, 383-393, 1996.
- 8) 形見武男他: 岐阜県におけるスパイクタイヤによる道路粉じんの現状, 岐阜県公害研究所年報, No.15, 21~24, 1987.
- 9) 角田寛他: 大気浮遊粉じん中のT O Cについて, 岐阜県公害研究所年報, No.17, 32~38, 1989.

Influence to the Surrounding Environment in the Utilization of Molten Slag to Public Works

Masato OKA, Takeo KATAMI*, Yutaka YASUDA,
Yuji WATANABE**, Koji AOYAMA**, Masuhiro GOTO**

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences : 1-1 Naka-fudogaoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

* (Present address) Gifu Prefectural Institute for Bio-industrial Technology : 3481-2,
Kamihachiya, Hachiya-cho, Minokamo, Gifu 505-0004, Japan

** Clean Association of Kamo : 839, Shuga, Kani, Gifu 509-0247, Japan

資料

飛騨地域における細菌性赤痢集団発生とその分子疫学的解析

白木 豊, 板垣道代, 山田万希子, 所 光男,
高野裕光*, 圓田辰吉*, 小林香夫*, 出口一樹*

要旨

2002年5月高山市内の飲食店を原因とした細菌性赤痢の集団発生があった。この事例は、初発患者が飲食店の調理従事者であったため、同施設を利用した客に感染が拡大し、患者数24名の集団発生となった。初発患者を含め施設従業員に海外渡航歴はなく、同施設への汚染経路は不明であった。細菌検査の結果、原因菌は*Shigella flexneri* 3aと同定され、さらに赤痢菌および腸管侵入性大腸菌病原因子遺伝子である*invE*および*ipaH*両遺伝子の保有が確認された。またパルスフィールドゲル電気泳動(PFGE)の結果、患者24名の分離株の泳動パターンはすべて一致した。一方、感染経路の調査のため、同時期に国内で発生のあった*S. flexneri* 3a感染事例の分離株を収集したが、PFGEパターンの一一致する株はなかった。

キーワード：細菌性赤痢、集団発生、パルスフィールドゲル電気泳動

1 緒 言

細菌性赤痢は発展途上国を中心として世界的に蔓延し、年間約60万人もの死者を出す公衆衛生上重要な疾病の一つである。国内における発生状況は、1960年頃までは毎年約10万人の患者数であったが、その後衛生環境の改善とともに減少し、1970年代半ばには年間1,000名前後の発生となった¹⁾。しかしその後、患者数の減少はみられず、横這い状態が続いている。これは海外旅行者の増加に伴う海外感染例の増加によるもので、1997年には感染者の約80%が海外感染例、主にアジア地域での感染であった²⁾。

ところがここ数年、再び国内における発生、とくに集団事例が増加している^{2, 3)}。2001年末には輸入カキを原因とした*Shigella sonnei*による広域食中毒が発生し、その後これに関連した集団事例が保育園、小学校などで相次ぎだ³⁾。このように国内事例は、海外感染者からの二次感染あるいは輸入食品が発生原因と考えられているが、輸入カキのような事例を除いて、その感染源が特定されることはまれである^{2, 4)}。

2002年5月飛騨地域で発生した細菌性赤痢の集団事例は、初発患者が飲食店の調理従事者であったため、

同施設を利用した客に感染が拡大し、24名もの患者を出す集団発生となった。そこで今回その発生状況および細菌検査成績、また疫学解析のために実施したパルスフィールドゲル電気泳動(PFGE)の成績等について報告する。

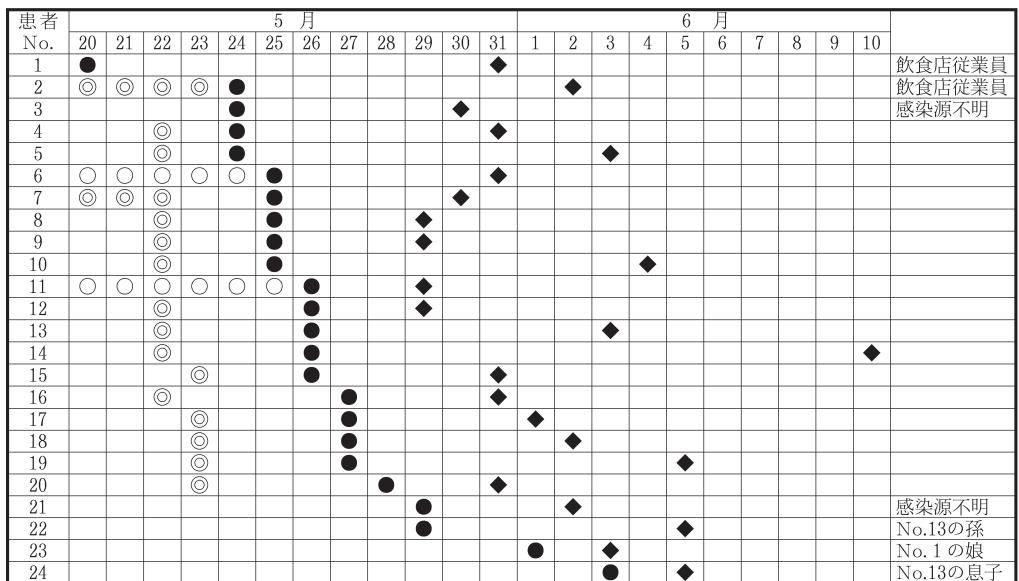
2 事例の概要

2002年5月29日高山市内の医療機関から、細菌性赤痢患者の診断の届出が飛騨地域保健所にあった。その後、5月31日までに届出のあった患者11名の喫食調査の結果、7名が高山市内の飲食店において食事をしているか、または同施設で調理されたサンドイッチ等を喫食していることが判明した。また、同施設の従業員1名(図1, No.1)が5月20日頃から下痢等の症状を呈し、5月31日細菌性赤痢と診断された。これらの調査結果から保健所は、当該飲食店を原因とした食中毒事件であると断定し、5月31日に同施設を営業禁止処分とした。

その後、6月10日までの間にさらに患者13名の届出があり、計24名の集団発生となった(図1)。このうち19名は当該施設での喫食があることから、食中

岐阜県保健環境研究所：504-0838 岐阜県各務原市那加不動丘1-1

*飛騨地域保健所：506-8688 岐阜県高山市上岡本町7-468



◎：飲食 ○：推定飲食日 ●：発症 ◆：届出
図1 赤痢患者の発生状況

毒患者と断定された。この19名の潜伏時間は、48～72時間が5名、72～96時間が6名、96～120時間が6名で、残り2名は120時間以上であった。患者の症状は、下痢が23名（96%）にみられ平均13.9回、発熱が22名（92%）にみられ平均38.6℃であった。これら以外の症状は少なく、嘔吐および頭痛が各1名であった。

保健所は、飲食店との関連が疑われた時点で、同施設の調理場の拭き取り、食材の検査および従業員の検便等を実施した。その結果、検便により患者1名が見されたものの、拭き取りおよび食材等からは赤痢菌は検出されなかった。また、初発患者を含め施設従業員に海外渡航歴はなく、同施設への汚染経路は不明であった。

本事例では、同施設で喫食していない患者が5名いたが、うち3名（図1、No.22～24）は食中毒患者の家族であり、家庭内での二次感染も同時に発生したと考えられる。

3 細菌検査

3.1 方 法

3.1.1 検査対象

保健所から搬入された、患者24名の糞便由来赤痢菌24株について検査を行った。

また、感染経路の調査のため、同時期に国内で発生のあった*S. flexneri* 3a感染事例の分離株を関西空港検疫所、愛知県衛生研究所、富山県衛生研究所、福岡市保健環境研究所に依頼し分与して頂き、今回分離さ

れた菌株とPFGEパターンの比較を行った。

3.1.2 同定検査

菌株をTSI培地、LIM培地、VP培地、シモンズのケン酸塩培地、クリステンゼンのケン酸塩培地および腸内細菌用同定キット（IDテストEB-20、日本製薬）に接種し、生化学性状等の検査を行った。血清型別は、赤痢菌免疫血清（デンカ生研）を用いてスライド凝集法により行った。また、赤痢菌および腸管侵入性大腸菌病原因子遺伝子*invE*および*ipaH*の検出用プライマー（TaKaRa）を用いて、PCR法により両遺伝子の保有状況について検査を行った。

3.1.3 PFGE

PFGEは、国立感染症研究所の示す方法⁵⁾で実施し、制限酵素は*XbaI*（Roche）を使用した。泳動はCHEF DR-III（BIO-RAD）を用い、電圧6V/cm、角度120°、パルスタイム5-50s、温度14℃の条件で22時間行った。

3.2 成 績

3.2.1 同定検査

分離株の確認培地による生化学性状等の検査成績を表1に示した。同定キットの成績では、ソルビットおよびマンニットの項目が陽性（コード番号0000021）となり「*S. flexneri/boydii*」と判定された。血清型別検査では、B多価血清に凝集があり、さらに因子血清のⅢ型、6群および7（8）群において凝集がみられた。また、PCR法により、赤痢菌および腸管侵入性大腸菌病原因子遺伝子である*invE*および*ipaH*両遺伝子の保有が確認された。以上の検査成績から被検菌は、*S. flexneri* 3aと同定された。

表1 生化学性状の検査成績

性 状	反 応
TSI	-/A
H2S産生	-
ガス産生	-
リジン	-
インドール	-
運動性	-
VP	-
シモンズ	-
クリステンゼン	-

表2 PFGEによる比較を行った*S. flexneri* 3a感染事例

株	菌 検 出 日	検出場所	海外渡航歴
A	2000年8月10日	土岐市	あり
B	2000年	愛知県	不明
C	2001年7月19日	富山県	なし
D	2002年5月31日	高山市	なし
E	2001年1月	関西空港	あり
F	2002年3月	関西空港	あり
G	2001年10月	福岡市	あり

3.2.2 PFGE

PFGE検査の結果、24名の患者から分離された24株の泳動パターンはすべて一致し、同一の感染源に由来した集団発生であったと推測された。一方、感染経路の調査のため、同時期に発生のあった*S. flexneri* 3a感染事例から分離株6株（表2、A～C, E～G）が収集されたが、この中に本事例分離株（表2、D）とPFGEパターンの一一致する株はなかった（図2）。

4 考 察

本事例は、患者の行動調査から高山市内の飲食店が共通喫食施設であったこと、さらに同施設の従業員が赤痢患者として届出がされたことから、当該施設を原因とした食中毒事件であると断定された。PFGE検査においても、24名の患者から分離された菌株の泳動パターンはすべて一致し、これを裏付ける成績であった。

この事例は、初発患者が飲食店の従業員であったこと、さらにこの従業員が下痢等を発症し、病院を受診しながらも調理業務を続けたことが原因となり、飲食物の汚染を介して集団食中毒を引き起こしたと考えられた。同様の事例が2000年10月愛媛県で発生しており、赤痢に感染した寿司店従業員が握った寿司が原因となり、61名の集団食中毒が発生している⁶⁾。このように細菌性赤痢は、汚染された食品や水を介した集団事例が多く発生し、欧米でもレタスやパセリなどの生野菜やサラダが原因となった事例等が報告されてい

る^{7, 8)}。本事例においても、この従業員の当該施設における担当業務が、野菜洗浄、サンドイッチの下準備および食器洗浄であったことから、このことが多くの感染者を発生させた原因になったと考えられる。ただし今回の事例では、食中毒患者の喫食日が5月22日と23日の2日間に集中していた（図1）ことから、この2日間のみに特に食品の汚染があったと推測される。初発患者（No.1）の発症から飲食店が営業禁止となる5月31日までには10日間あり、また2人目の従業員（No.2）も5月24日には発症していたことを考えると、本事例が24名という患者数で終息できたことは、むしろ幸運であったと思われる。

赤痢菌はわずかな菌数で感染が成立するため、患者の手指やタオル、器具などを介して感染が拡大することが多い。本事例では、当該施設で喫食していない患者が5名いたが、患者No.22～24の3名は食中毒患者の家族であり、家庭内での二次感染と考えられる。患者No.3は、当該施設に隣接し、さらに本事例の患者が受診している医療機関に通院していたこと、また患者No.21も、その家族がこの医療機関に勤務していたことから、この医療機関を介した何らかの感染があつたものと考えられる。

現在国内で発生する赤痢患者の過半数が海外感染例によるものである³⁾が、今回の集団発生の原因となつた飲食店においては、初発患者を含め従業員の海外渡航歴はなかった。また感染経路の調査のため、同時期に国内で発生のあった*S. flexneri* 3a感染事例の分離株を収集し、PFGEによる解析を行ったが、今回の分

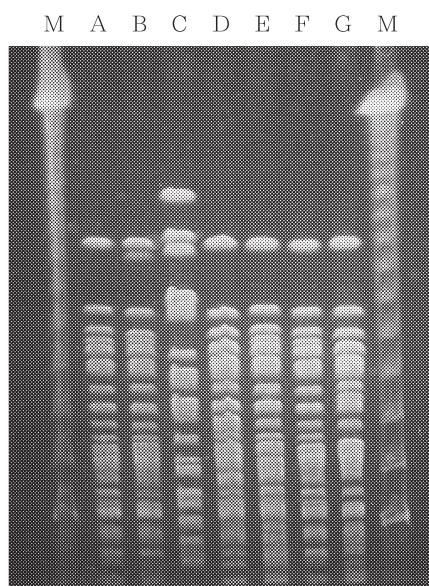


図2 *S. flexneri* 3a感染事例分離株とのPFGEパターンの比較
D:本事例分離株 M:マーカー

離株と泳動パターンの一致する株はみられず、当該施設への汚染経路を解明することはできなかった。近年、赤痢患者の臨床症状が軽症化しており、従来臨床診断の根拠とされていた血便も22.3%の患者にしかみられないとの報告がある⁹⁾。とくに主要な感染源と考えられる海外渡航者は成人が多いため、赤痢に感染しても軽度の下痢あるいは無症状で経過する例が多くなっている。このことは赤痢患者の診断の遅れや健康保菌者の増加を示唆するものである。これらのこと考慮すると、初発患者の感染経路としては、本事例の発生がゴールデンウイーク直後であったことから海外旅行者からの二次感染、とくに軽度の下痢あるいは無症状で経過した海外旅行者が隣接する医療機関を受診した時に何らかの接触感染があったことなどが推測された。

国内の赤痢集団発生はここ数年増加傾向にあるが、ほとんどの事例において感染源は解明されていない。1996年から2000年までに発生のあった16の集団事例のうち、原因が判明しているのは、前述した寿司店の事例と1998年に長崎市の大学で井戸水を原因として発生した事例の2つのみである^{2, 10)}。またこの2事例においても、本事例と同様に、寿司店の従業員および井戸水が各々どこから感染を受けたのかは解明されておらず^{6, 11)}、本当の意味での感染源は特定されていない。このように細菌性赤痢の感染事例においては、感染源の究明は極めて困難であるとされている^{2, 4)}。したがって、赤痢が疑われる患者に対しては、迅速な診断および疫学調査、また感染拡大防止のための的確な行政対応がこれまで以上に求められることになる。

謝 辞

本調査を実施するにあたり、*S. flexneri* 3aを分与して頂いた、関西空港検疫所、愛知県衛生研究所、富山県衛生研究所、福岡市保健環境研究所の関係各位に深謝いたします。

参考文献

- 1) 松下 秀、工藤泰雄：我が国における最近の細菌性赤痢の発生状況と新血清型赤痢菌の検出例、モダンメディア、44, 312-320, 1998.
- 2) 感染研感染症情報センター：細菌性赤痢1996～1998、病原微生物検出情報、20, 58-59, 1999.
- 3) 感染研感染症情報センター：細菌性赤痢2001～2002、病原微生物検出情報、24, 1-2, 2003.
- 4) 松下 秀：我が国におけるコレラ、細菌性赤痢、腸チフス及びパラチフスの発生状況、食衛誌、41, 221-227, 2000.
- 5) 国立感染症研究所、腸管出血性大腸菌O157の検出・解析等の技術研修会テキスト、1997年5月12-16日。
- 6) 田中 博、芝 美和、大瀬戸光明、土井光徳：寿司店を感染源とした赤痢の集団発生事例－愛媛県、病原微生物検出情報、22, 35-35, 2001.
- 7) Kapperud G., Rorvik L. M., Hasseltvedt V., Hoiby E. A., Iversen B. G., Staveland K., Johnsen G., Leitao J., Herikstad H., Andersson Y., Langeland G., Gondrosen B., Lassen J. : Outbreak of *Shigella sonnei* infection traced to imported iceberg lettuce, *J. Clin. Microbiol.* 33, 609-614, 1995.
- 8) CDC : Outbreaks of *Shigella sonnei* infection associated with eating fresh parsley -- United States and Canada, July-August 1998, *MMWR*, 48, 285-289, 1999.
- 9) 松原義雄、日本の感染性腸炎Ⅱ、51-62、菜根出版、1996.
- 10) 感染研感染症情報センター：細菌性赤痢1999～2000、病原微生物検出情報、22, 81-82, 2001.
- 11) 長崎市保健環境試験所：大学及び附属高校で発生した*Shigella sonnei*による赤痢集団感染事例－長崎市、病原微生物検出情報、20, 60-60, 1999.

Molecular epidemiology of an outbreak of shigellosis in Hida

Yutaka SHIRAKI, Michiyo ITAGAKI, Makiko YAMADA, Mitsuo TOKORO,
Hiromitsu TAKANO*, Tatsuyoshi ENDA*, Yoshio KOBAYASHI* and Kazuki DEGUCHI*

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences : 1-1 Naka-Fudogaoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

*Hida Region Public Health Center : 7-468 Kamiokamotocho, Takayama, Gifu 506-8688, Japan

資料

岐阜県下の循環式浴槽水および冷却塔水における レジオネラ属菌実態調査（1999－2002）

板垣道代，白木 豊，山田万希子，奥村拓矢*，加藤美好*

要旨

1999年2月から2002年9月までに岐阜県内の旅館等の浴槽水137試料、プールに付属する採暖槽水10試料および特定建築物の冷却塔水62試料、計209試料についてレジオネラ属菌の生息状況を調査した。

各試料からのレジオネラ属菌検出率は、浴槽水56.9%，採暖槽水60.0%および冷却塔水67.7%であり、県内において広く生息している実態が明らかとなった。浴槽水および採暖槽水においては、ろ過装置の機能や残留塩素濃度により、レジオネラ属菌検出率に違いが認められた。一方、冷却塔水については、内部清掃回数、換水回数、薬剤投与の有無と本菌検出率に、明らかな関係は認められなかった。

菌種別では、浴槽水からは、*L. pneumophila*血清群（以下、SG）5が17.9%，SG6が17.3%，SG1が15.5%，SG3が14.9%検出された。冷却塔水からは、*L. pneumophila* SG1が40.5%，SG10が8.1%，*L. anisa*が6.8%検出された。

キーワード：レジオネラ属菌、循環式浴槽、冷却塔

1 はじめに

レジオネラ属菌は環境細菌であり、土壤、河川、湖沼等の自然環境、公衆浴場等の浴槽水やビルの冷却塔水等の人工水環境中に広く生息している。また、それら人工温水中に生息する細菌捕食性アメーバ等に貪食され、食胞内で消化されずに生残・増殖し、遂には、宿主細胞を破壊して外界に放出される^{1,2)}。主として、人はこれらの水から発生したエアロゾルを吸入し、呼吸器感染症を発病する。

わが国では、1981年に斎藤ら³⁾がレジオネラ症の報告をして以来、温泉水の誤飲によるレジオネラ肺炎の発症例⁴⁾や冷却塔水からの感染によるポンティック熱集団発生⁵⁾が報告されている。近年では、2000年3月に静岡県の温泉施設、2000年6月に茨城県の総合福祉センターの入浴施設⁶⁾、2002年7月に宮崎県の温泉施設、さらに2002年8月に鹿児島県の温泉施設が感染源と推定される集団感染⁷⁾が報告されている。それらの施設は、いずれも循環ろ過装置を使用していた。

我々は、岐阜県内のレジオネラ属菌の実態を把握し、その結果を施設指導に反映させ、施設管理の改善を図るため、1999年から2002年にかけ、浴槽水等におけるレジオネラ属菌実態調査を実施したので、その成績を報告する。

2 調査方法

2.1 調査対象および試料採取

表1に示したとおり、1999年2月から2002年9月にかけ、循環ろ過装置を使用している施設の浴槽水（以下、浴槽水）137試料、プールに付属する採暖槽

表1 試料の種類および数

採水年月	浴槽水	採暖槽水	冷却塔水	計
1999.2- 9	31		28	59
2000.9-10	30			30
2001.8-10	41		19	60
2002.7- 9	35	10	15	60
計	137		10	62
				209

岐阜県保健環境研究所：504-0838 岐阜県各務原市那加不動丘1-1

*岐阜県健康福祉環境部生活衛生課：500-8570 岐阜市薮田南2-1-1

水（以下、採暖槽水）10試料および特定建築物の冷却塔水62試料、計209試料を調査した。浴槽水を採取した施設の内訳は、旅館、老人福祉施設、スーパー銭湯、ゴルフ場およびその他の公衆浴場であった。

試料採取は、県内の各保健所職員が、各調査地点で滅菌採水ボトルに約500mLの水試料を採取した。密栓後、当日、又は翌日にクーラーボックスで輸送し、当所において速やかにレジオネラ分離を行った。なお、採水時に残留塩素濃度、水温およびpH等を測定し、施設の管理状況等に関し、聞き取り調査を行った。

2.2 レジオネラ属菌の分離

レジオネラ属菌の分離は、試料200mLについてレジオネラ症防止指針⁸⁾に記載の方法に準じ、行った。

菌数測定のため、処理試料の10倍希釀液を作成し、処理試料原液および10倍希釀液の100μLを、各2枚のselective BCYE α-BB 寒天培地（極東製薬）に塗布し、培養した。培養後、レジオネラ属菌と疑われるコロニーを計数し、試料水100mLあたりのコロニー数(cfu/100mL)を算出した。

各培養平板からコロニーを10～12個釣菌し、BCYE α寒天培地（関東化学）および5%羊血液寒天平板に接種し、3日間培養した。培養の結果、血液寒天培地では増殖せず、BCYE α寒天培地のみに発育が認められ、特有の酸臭を発する灰白色のコロニーをレジオネラ属菌と推定した。この結果から、必要に応じてコロニー数の修正を行った。

2.3 レジオネラ属菌の同定

レジオネラ属および*L. pneumophila*の同定は、PCR法^{9, 10)}により行った。*L. micdadei*, *L. bozemanii*, *L. dumoffii*, *L. gormanii*の同定と*L. pneumophila*の群別試験は、免疫血清（デンカ生研）を用いて行った。*L. pneumophila*, *L. micdadei*, *L. bozemanii*,

表2 試料別レジオネラ属菌検出状況

施設	試料数	レジオネラ属菌検出数 (%)
浴槽水	137	78 (56.9)
旅館	46	28 (60.9)
老人福祉施設	33	16 (48.5)
スーパー銭湯	9	5 (55.6)
ゴルフ場	9	5 (55.6)
その他の公衆浴場	40	24 (60.0)
採暖槽水	10	6 (60.0)
冷却塔水	62	42 (67.7)
計	209	126 (60.3)

表3 浴槽水および採暖槽水の水源別レジオネラ属菌検出状況

水 源	試料数	レジオネラ属菌検出数 (%)
水道水	39	19 (48.7)
井戸水	23	11 (47.8)
温泉水	76	47 (61.8)
井戸水・水道水	2	2 (100.0)
温泉水・井戸水	5	5 (100.0)
温泉水・水道水	2	0 (0.0)
計	147	84 (57.1)

L. dumoffii, *L. gormanii*以外の菌種については、DDHレジオネラ‘極東’（極東製薬）を用いて同定した。

3 結 果

3.1 レジオネラ属菌検出状況

1999年から2002年において、209試料を調査した結果、126試料(60.3%)からレジオネラ属菌を検出した（表2）。

試料別の検出率は、冷却塔水(67.7%)が最も高

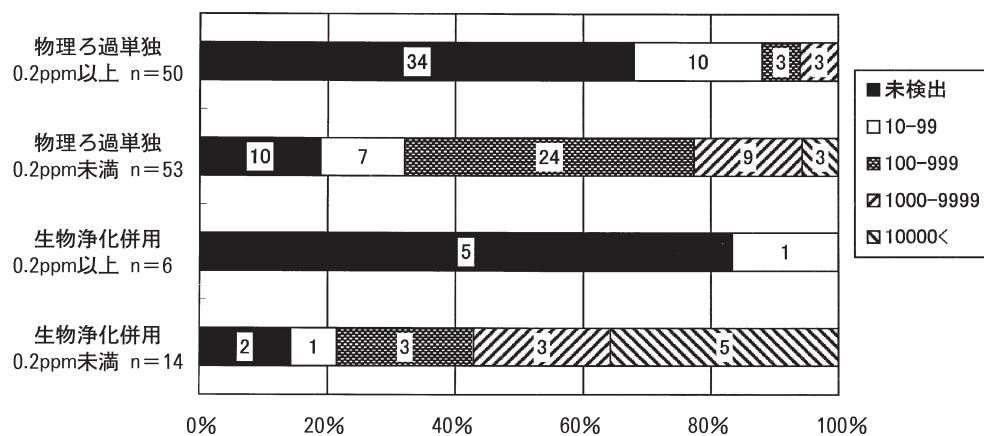


図1 浴槽水および採暖槽水におけるろ過装置機能および残留塩素濃度とレジオネラ属菌検出数の関係

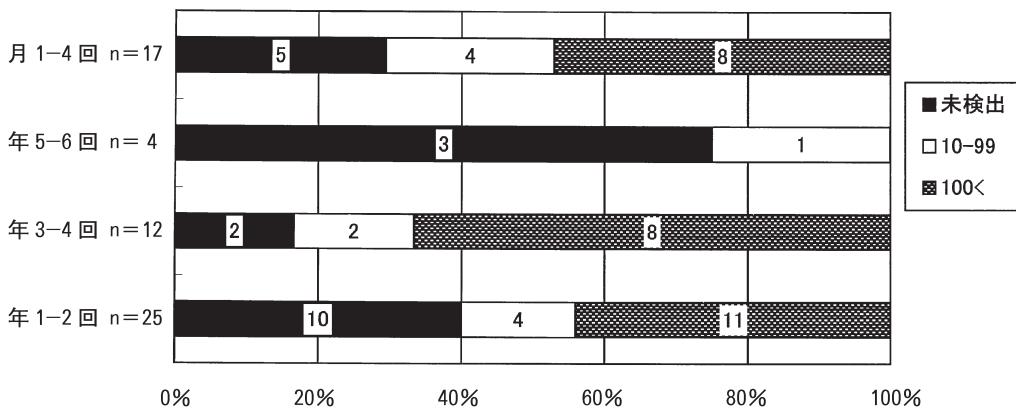


図2 冷却塔の内部清掃回数とレジオネラ属菌検出数の関係

く、次いで採暖槽水（60.0 %）、浴槽水（56.9 %）であった。浴槽水の内訳では、旅館（60.9 %）およびその他の公衆浴場（60.0 %）が高く、老人福祉施設（48.5 %）が最も低かった。

浴槽水および採暖槽水のレジオネラ属菌検出率を、水源別で比較してみると（表3）、単一水源では温泉水（61.8 %）が最も高く、次いで、水道水（48.7 %）、井戸水（47.8 %）であった。

3.2 浴槽水および採暖槽水の管理状況とレジオネラ属菌の関係

図1に、浴槽水および採暖槽水における、ろ過装置の機能および残留塩素濃度とレジオネラ属菌検出との関係を示した。循環ろ過装置を設置しており、残留塩素濃度が測定された試料は、123試料であった。ろ過装置の機能別では、物理ろ過を採用していた施設は、103施設（83.7 %）、生物浄化、または物理ろ過と生物浄化を併用（以下、生物浄化併用）していた施設は、20施設（16.3 %）であった。残留塩素の濃度別では、0.2 ppm以上が56試料（45.5 %）、0.2 ppm未満が67

試料（54.5 %）であった。

レジオネラ属菌未検出の施設は、残留塩素濃度0.2 ppm以上の施設では、物理ろ過単独は34施設（68.0 %）、生物浄化併用は5施設（83.3 %）であった。一方、0.2 ppm未満では、物理ろ過単独は10施設（18.9 %）、生物浄化併用は2施設（14.3 %）であった。また、残留塩素濃度0.2 ppm未満の施設におけるレジオネラ属菌の検出数を、ろ過装置の機能別で見ると、物理ろ過単独の施設に比べ、生物浄化併用の施設において、レジオネラ属菌の検出数が高い施設が多かった。

3.3 冷却塔の管理状況とレジオネラ属菌との関係

冷却塔の内部清掃状況が得られた施設は、58施設であった。図2に、清掃回数とレジオネラ属菌検出数の関係を示した。清掃回数で月1～4回、年5～6回、年3～4回および年1～2回に区分したところ、最も多いのは年1～2回の25施設（43.1 %）であった。レジオネラ属菌が100 cfu/100 mL以上検出された施設は、年3～4回で最も多く、12施設中8施設（66.7 %）であり、年5～6回で最も少なく、4施設中0施

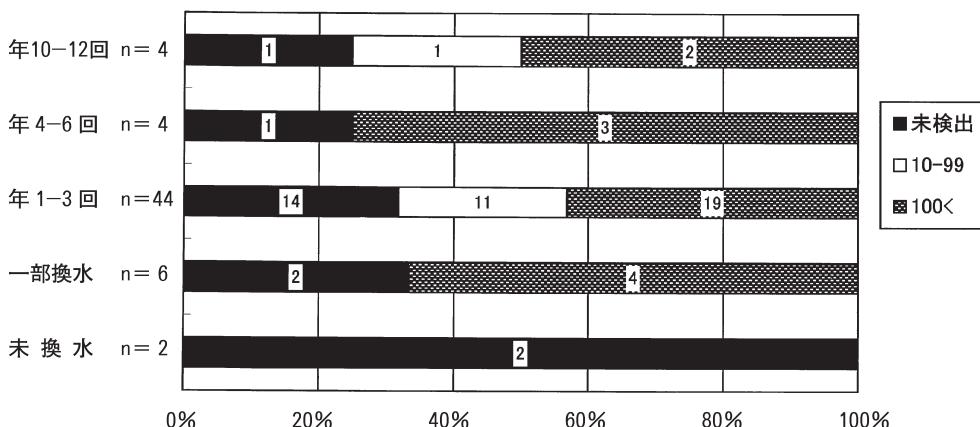


図3 冷却塔水換水回数とレジオネラ属菌検出数の関係

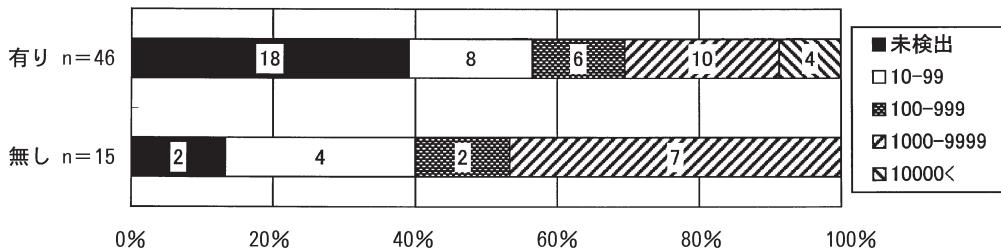


図4 冷却塔水における薬剤投与の有無とレジオネラ属菌検出数の関係

表4 各試料の水温およびpHとレジオネラ属菌との関係

		浴槽水		採暖槽水		冷却塔水	
		範囲	n	範囲	n	範囲	n
試料全体	温度	30.0-45.0		30.0-40.0		7.2-37.8	
	pH	4.5-9.7		6.1-8.8		6.9-8.9	
レジオネラ陽性試料	温度	30.0-45.0		31.8-37.2		12.0-33.0	
	pH	39.9±2.1	n=78	35.6±1.9	n=6	26.4±4.3	n=42

		浴槽水		採暖槽水		冷却塔水	
		範囲	n	範囲	n	範囲	n
試料全体	温度	30.0-45.0		30.0-40.0		7.2-37.8	
	pH	4.5-9.7		6.1-8.8		6.9-8.9	
レジオネラ陽性試料	温度	30.0-45.0		31.8-37.2		12.0-33.0	
	pH	39.9±2.1	n=78	35.6±1.9	n=6	26.4±4.3	n=42

設（0 %）であった。

冷却塔水の換水状況が得られた施設は、60 施設であった。図3に、換水回数とレジオネラ属菌検出数の関係を示した。換水状況で、全換水、年10～12回、年4～6回、年1～3回、一部換水および未換水に区分したところ、最も多いのは年1～3回の44施設（73.3 %）であった。レジオネラ属菌が100 cfu/100 mL以上検出された施設は、年4～6回で最も多く、4施設中3施設（75.0 %）、未換水で最も少なく、2施設中0施設（0 %）であった。

薬剤投与の有無が得られた施設は61施設で、何らかの薬剤を投与している施設は46施設（75.4 %）であった。図4に、薬剤投与の有無とレジオネラ属菌検出数の関係を示した。検出数が100 cfu/100 mL以上であった施設は、薬剤投与有りでは20施設（43.5 %）、無しでは9施設（60.0 %）であった。しかし、薬剤投与有りの施設においても、レジオネラ陽性施設は28施設（60.9 %）あった。

3.4 水温およびpHとレジオネラ属菌の関係

表4に、各試料の水温およびpHの範囲、平均値±標準偏差を示した。

レジオネラ陽性試料の水温平均は、浴槽水40 °C、採暖槽水36 °C、冷却塔水26 °Cと異なっていた。一方、pHは全ての試料において、アルカリ側に分布していた。

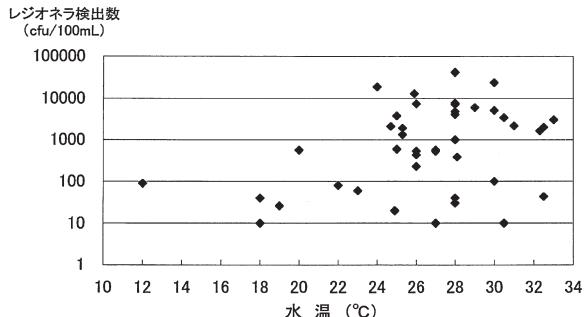


図5 冷却塔水の水温とレジオネラ属菌検出数との関係

図5に、冷却塔水の水温とレジオネラ属菌検出数の関係を示した。レジオネラ属菌が100 cfu/100 mL以上検出された試料は、25 °C以上に多かった。

3.5 菌種別および*L. pneumophila*群別検出状況

検出されたレジオネラ属菌は、*L. pneumophila*, *L. oakridgensis*, *L. anisa*, *L. dumoffii*, *L. feeleii*および*L. micdadei*であり、そのうちの94 %が*L. pneumophila*であった。

各試料における検出状況を、表5に示した。浴槽水では、*L. pneumophila*が164株（97.6 %）、*L. oakridgensis*が3株（1.8 %）および*L. dumoffii*が1株（0.6 %）検出された。*L. pneumophila*の主な血清群は、SG 5（30株, 17.9 %）、SG 6（29株, 17.3 %）、SG 1（26株, 15.5 %）、SG 3（25株, 14.9 %）であった。

表5 各試料のレジオネラ属菌種別および群別検出状況

菌種		浴槽水 (%)	採暖槽水 (%)	冷却塔水 (%)	計 (%)
<i>L.pneumophila</i>	SG 1	26 (15.5)	4 (44.4)	30 (40.5)	60 (23.9)
	SG 2	9 (5.4)			9 (3.6)
	SG 3	25 (14.9)	2 (22.2)	3 (4.1)	30 (12.0)
	SG 4	9 (5.4)		2 (2.7)	11 (4.4)
	SG 5	30 (17.9)		2 (2.7)	32 (12.7)
	SG 6	29 (17.3)	1 (11.1)	2 (2.7)	32 (12.7)
	SG 7	5 (3.0)		4 (5.4)	9 (3.6)
	SG 8	2 (1.2)			2 (0.8)
	SG 9	3 (1.8)			3 (1.2)
	SG10	6 (3.6)		6 (8.1)	12 (4.8)
	SG11	2 (1.2)		1 (1.4)	3 (1.2)
	SG12	1 (0.6)		1 (1.4)	2 (0.8)
	SG13			4 (5.4)	4 (1.6)
	SG14	2 (1.2)		3 (4.1)	5 (2.0)
	SG NT	15 (8.9)		7 (9.5)	22 (8.8)
<i>L.oakridgensis</i>		3 (1.8)	1 (11.1)		4 (1.6)
<i>L.anisa</i>				5 (6.8)	5 (2.0)
<i>L.dumoffii</i>		1 (0.6)		2 (2.7)	3 (1.2)
<i>L. feeleii</i>				1 (1.4)	1 (0.4)
<i>L.micdadei</i>			1 (11.1)		1 (0.4)
<i>Legionella</i> sp.				1 (1.4)	1 (0.4)
計		168 (100.0)	9 (100.0)	74 (100.0)	251 (100.0)

採暖槽水では、*L. pneumophila*が7株(77.8%), *L. oakridgensis*および*L. micdadei*が1株(11.1%)であった。

冷却塔水では、*L. pneumophila*が65株(87.7%), *L. anisa*が5株(6.8%), *L. dumoffii*が2株(2.7%), *L. feeleii*および未同定が1株(1.4%)検出された。*L. pneumophila*の血清群は、SG1(30株, 40.5%)が優勢で、次いで、SG10(6株, 8.1%), SG13(4株, 5.4%)であった。

浴槽および採暖槽水の水源別検出状況を、表6に示した。検出されたレジオネラ属菌は、*L. pneumophila*, *L. oakridgensis*, *L. dumoffii*および*L. micdadei*であり、そのうちの97%が*L. pneumophila*であった。

4 考 察

在郷軍人病として報告¹¹⁾されて以来、諸外国では冷却塔水、日本では公衆浴場等の浴槽水を感染源とし、レジオネラによる集団感染^{6,7)}が発生している。今回、旅館等の浴槽水、採暖槽水および冷却塔水におけるレジオネラ属菌の生息状況を調査した。いずれの環境においても高い検出率を示し、県内においても人工水環境中に広く生息している実態が明らかとなった。

報告されている浴槽水におけるレジオネラ属菌の検出率^{12~16)}は、42.5%~70.0%であり、本調査においても、検出率はこの範囲内にあった。

レジオネラ属菌は、土壤¹⁷⁾、河川等に生息しており、浴槽水等の人工環境において検出される菌も、自然環境に由来していると考えられている。水源別による検出率の比較では、温泉水を水源とする施設において、若干高い検出率を示した。しかし、塩素滅菌されている水道水を水源とした施設においても、半数近くがレジオネラ属菌陽性であった。このことから、浴槽水等におけるレジオネラ属菌による汚染状況は、供給される水の種類よりも、施設の構造や管理状況による影響が大きいと思われる。

循環式浴槽は、浴槽水を一定の温度に保ち、ろ過装置を通して浮遊物を取り除くことにより、浴槽水を常時使用することを可能にしている。ろ過装置の機能は、物理ろ過と生物浄化に分けられ、物理ろ過は、物理的に浮遊物を除去するのみである。一方、生物浄化は、ろ材に繁殖させた微生物により、水に溶け込んだ汚濁物質を分解させる仕組みで、下水処理などに用いられている。

しかし、循環式浴槽では水温が高く、レジオネラ属

表6 浴槽水および採暖槽水の水源別レジオネラ属菌種別検出状況

菌種		温泉水 (%)	井戸水 (%)	水道水 (%)	温泉水・井戸水 (%)	井戸水・水道水 (%)	計 (%)
<i>L.pneumophila</i>	SG 1	17 (17.2)	4 (16.0)	5 (13.2)	3 (25.0)	1 (33.3)	30 (16.9)
	SG 2	4 (4.0)	1 (4.0)	4 (10.5)			9 (5.1)
	SG 3	17 (17.2)	6 (24.0)	3 (7.9)	1 (8.3)		27 (15.3)
	SG 4	7 (7.1)		2 (5.3)			9 (5.1)
	SG 5	14 (14.1)	5 (20.0)	9 (23.7)	1 (8.3)	1 (33.3)	30 (16.9)
	SG 6	18 (18.2)	2 (8.0)	7 (18.4)	2 (16.7)	1 (33.3)	30 (16.9)
	SG 7	4 (4.0)		1 (2.6)			5 (2.8)
	SG 8		1 (4.0)		1 (8.3)		2 (1.1)
	SG 9	2 (2.0)		1 (2.6)			3 (1.7)
	SG10	5 (5.1)		1 (2.6)			6 (3.4)
	SG11	1 (1.0)	1 (4.0)				2 (1.1)
	SG12			1 (2.6)			1 (0.6)
	SG14	1 (1.0)			1 (8.3)		2 (1.1)
	SG NT	8 (8.1)	4 (16.0)	1 (2.6)	2 (16.7)		15 (8.5)
<i>L.oakridgensis</i>		1 (1.0)	1 (4.0)	1 (2.6)	1 (8.3)		4 (2.3)
<i>L.dumoffii</i>				1 (2.6)			1 (0.6)
<i>L.micdadei</i>				1 (2.6)			1 (0.6)
計		99 (100.0)	25 (100.0)	38 (100.0)	12 (100.0)	3 (100.0)	177 (100.0)

菌やアメーバ等の微生物も繁殖しやすいため、ろ過装置自体がレジオネラ属菌の供給源になるといわれている。浴槽水および採暖槽水のろ過装置に生物浄化を採用している施設が16%あった今回の調査においても、残留塩素濃度0.2 ppm未満の施設でのレジオネラ属菌検出数は、物理ろ過単独施設に比較して高い傾向が認められた。

本調査では、浴槽水および採暖槽水の残留塩素濃度による検出菌数に明らかな差が認められ、塩素によるレジオネラ属菌対策の有効性を示した。しかし、残留塩素濃度が0.2 ppm以上検出された試料においても、17試料からレジオネラ属菌が検出された。

蔚内ら¹³⁾は、1,000 cfu/mLの接触菌量では、0.2 ppmの遊離塩素濃度で15分以内に死滅したと報告している。しかし、実際の浴槽水では、有機物の量、バイオフィルムの有無等が塩素濃度の維持時間に影響し、浴槽水のpHも有効塩素濃度に影響する。従って、有効な塩素濃度を一定時間維持するには、有機物除去のための定期的な換水や、配管内のバイオフィルムの除去等を行う必要があり、またそれはレジオネラ属菌の除去にもつながると考えられる。

過去に報告された、環境調査における冷却塔水のレジオネラ属菌検出率は、36.7%～72.7%^{17～20)}であり、本調査における検出率は、県および広中²¹⁾の全国的な調査による60.8%に近い値を示した。

冷却塔の内部清掃回数、冷却塔水の換水回数とレジ

オネラ属菌検出数に明らかな関係は認められなかった。約75%の施設では何らかの薬剤を投与しており、投与していない施設に比べ、検出菌数が少ない傾向が見られた。しかし、薬剤を投与していても、60%の施設からレジオネラ属菌が検出されていることから、薬剤の種類、投与時期、回数等に検討の余地があると思われた。

レジオネラ属菌の発育至適温度は35°C²²⁾、発育最低温度は25°C²³⁾とされている。屋外にあることの多い冷却塔においては、夏期は本菌の至適温度に近づくため、菌の増殖が盛んになる²¹⁾。本調査においても、25°C以上の試料において、検出菌数が高くなる傾向が認められた。従って、冷却塔水におけるレジオネラ属菌対策は、発育温度を考慮した、夏期に重点を置いた管理が有効であると思われる。

菌種別では、*L. pneumophila*が最も多く、*L. oakridgensis*、*L. anisa*、*L. dumoffii*、*L. feeleii*および*L. micdadei*が検出された。本調査では、*L. pneumophila*の血清群別抗血清の種類が増えたため、過去においてSG 1～SG 6までであった群別が、SG 1～SG 15まで可能となった。

浴槽水では約75%が、*L. pneumophila* SG 1～SG 6に分類された。過去の報告^{14～16)}では、浴槽水では*L. pneumophila* SG 3、SG 5およびSG 6の検出頻度が高いことが報告されている。本調査では、それらに加え、*L. pneumophila* SG 1の検出率が高かった。*L.*

pneumophila SG 1 は、近年の集団感染事例において、原因菌として報告^{6,7)}されている血清群である。

また、一方、冷却塔水では *L. pneumophila* SG 1 が優勢であり、次いで多かったのは、新しく抗血清ができる *L. pneumophila* SG10, *L. anisa* であった。冷却塔水において *L. pneumophila* SG 1 と *L. anisa* が優勢である今回の結果は、他の報告^{17, 19, 20)}とよく一致した。

このような、試料による血清群の分布の違いが、どのような因子によるものかは不明であるが、黒木ら¹⁴⁾は水温により異なる傾向があると報告している。本調査における各試料の水温を見ても、浴槽水は 40 ℃前後、冷却塔水は 26 ℃前後であり、同様の傾向を示した。また、浴槽水と採暖槽水の水源別に血清群の分布を比較したが、明らかな差は認められなかった。

レジオネラ属菌は環境細菌であり、各施設は常に汚染される機会をもっていると考えられる。しかし、自然環境に生息する菌数は、人工環境における菌数に比べ少ない¹³⁾ことから、汚染された菌数を増加させない対策が重要と考えられる。従って、常に一定の温水状態にある浴槽および採暖浴槽においては、定期的な換水、浴槽およびろ過装置の洗浄や塩素消毒等の管理が必要である。一方、季節等による水温変化が大きい冷却塔水においては、夏期に重点を置いた管理が必要であると思われる。

謝 辞

試料採取および情報収集においてご協力いただきました、岐阜県各保健所およびセンターの担当者諸氏に深謝いたします。

文 献

- 1) Fields B. S., Sanden G. N., Barbaree J. M. et al. : Intracellular multiplication of *Legionella pneumophila* in amoebae isolated from hospital hot water tanks. *Curr Microbiol.*, **18**, 131-137, 1989.
- 2) Fallon R. J., Rowbotham T. J. : Microbiological investigations into an outbreak of Pontiac fever due to *Legionella miculadai* associated with use of a whirlpool. *J. Clin. Pathol.*, **43**, 479-483, 1990.
- 3) 斎藤厚, 下田照文, 長沢正夫, 田中光, 伊藤直美, 重野義輝, 山口恵三, 広田正毅, 中富昌夫, 原耕平: 本邦ではじめての Legionnaires' disease (レジオネラ症) の症例と検出菌の細菌学的性状, 感染症誌, **55**, 124-128, 1981.
- 4) 真柴晃一, 浜本龍生, 鳥飼勝隆: 温泉水の誤飲により発症したと考えられるレジオネラ肺炎の1症例, 感染症誌, **67**, 163-166, 1993.
- 5) 薮内英子, 森正道, 斎藤厚, 岸本寿男, 吉澤晋, 荒川迪生, 木ノ内良治, 王笠, 古畑勝則, 小出道夫, 山城祐子, 相原雅典, 嶋田昌司, 権平文夫, 杉山純一, 總邦雄, 矢野郁也: *Legionella pneumophila* serogroup7 による Pontiac fever の集団発生例 II. 疫学調査結果, 感染症誌, **69**, 654-664, 1995.
- 6) 国立感染症研究所: レジオネラ症 1999.4~2000.7, 病原微生物検出情報, **21**, 186-187, 2000.
- 7) 国立感染症研究所: レジオネラ症 1999.4~2002.12, 病原微生物検出情報, **24**, 27-28, 2003.
- 8) 厚生省生活衛生局企画課監修: レジオネラ症防止指針, 36-37, ビル管理教育センター, 1994.
- 9) Yamamoto H., Hashimoto Y., Ezaki T. : Comparison of detection methods for *Legionella* species in environmental water by colony isolation, fluorescent antibody staining and polymerase chain reaction., *Microbiol. Immunol.*, **37**, 617-622, 1993.
- 10) Starnbach M. N., Falkow S., Tompkins L. S. : Species-specific detection of *Legionella* in water by DNA amplification and hybridization., *J. Clin. Microbiol.*, **27**, 1257-1261, 1989.
- 11) Fraser, D. W., Tsai T. R., Orenstein W., Parkin W. E., Beecham H. J., Sharrar R. O., Harris J., Mallison G. F., Martin S. M., McDade J. E., Shepard C. C., Brachman P. S. : Legionnaires' disease : description of an epidemic of pneumonia., *N. Engl. J. Med.*, **297**, 1189-1197, 1977.
- 12) 薮内英子, 王笠, 荒川迪生, 矢野郁也: 日本の温泉中の *Legionella* 属菌の分布, 感染症誌, **68**, 549-551, 1994.
- 13) 薮内英子, 王笠, 矢野郁也, 山吉孝雄, 荒川迪生: *Legionella* 属菌に対する塩素の殺菌効果, 感染症誌, **69**, 151-157, 1995.
- 14) 黒木俊郎, 八木田健司, 薮内英子, 總邦雄, 石間智生, 勝部泰次, 遠藤卓郎: 神奈川県下の温泉浴槽水中における *Legionella* 属菌と自由生活性ア

- メーバ調査、感染症誌、72, 1050-1055, 1998.
- 15) 黒木俊郎, 佐多辰, 山井志朗, 八木田健司, 勝部泰次, 遠藤卓郎: 循環式浴槽における自由生活性アメーバと *Legionella* 属菌の生息状況、感染症誌、72, 1056-1063, 1998.
- 16) 鈴木敦子, 市瀬正之, 松江隆之, 天野祐次, 寺山武, 泉山信司, 遠藤卓郎: 各種生活環境水からのレジオネラ属菌検出状況－1996年4月から2000年11月まで-, 感染症誌, 76, 703-710, 2002.
- 17) 伊藤直美: わが国全土における *Legionella* の分布調査および検出菌の病原性に関する研究、感染症誌, 57, 684-693, 1983.
- 18) 斎藤厚, 伊藤直美, 田中光, 重野芳輝, 藤田紀代, 長沢正夫, 山口恵三, 広田正毅, 中富昌夫, 原耕平: Cooling towerからの *Legionella pneumophila* の検出、感染症誌, 55, 439-445, 1981.
- 19) 中浜力: 岡山地方における *Legionella* 属の環境材料よりの分離に関する研究、感染症誌, 57, 643-655, 1983.
- 20) 小出道夫, 神野勉, 塚原八重子, 前島健治, 斎藤厚: 近畿地方のクリーニングタワー水からの *Legionella* の分離、感染症誌, 65, 1578-1582, 1991.
- 21) 縣邦雄, 広中隆行: 日本の冷却塔水のレジオネラ属菌の分布、感染症誌, 68, 421-423, 1994
- 22) Pine L., George J. R., Reeves M. W., Harrell W. K.: Development of a chemically defined liquid medium for growth of *Legionella pneumophila*, *J. Clin. Microbiol.*, 9, 615-626, 1979.
- 23) Feeley J. C., Gorman G. W., Weaver R. E., Mackel D. C., Smith H. W.: Primary isolation media for Legionnaires' disease bacterium., *J. Clin. Microbiol.*, 8, 320-325, 1978.

Occurrence of *Legionella* in whirlpool bathes and cooling towers
between 1999 and 2002 in Gifu.

Michiyo ITAGAKI, Yutaka SHIRAKI, Makiko YAMADA,
Takuya OKUMURA*, Miyoshi KATO*

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences : 1-1 Naka-fudogaoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

*Gifu Prefectural Department of Health, Welfare and Environment Public Sanitation Division :
2-1-1 Yabutaminami, Gifu 500-8570, Japan

資料

岐阜県における腸炎ビブリオ食中毒の発生動向と 分離株血清型の変動（1980－2002）

山田万希子，白木 豊，板垣道代，所 光男

要 旨

1980年～2002年までの23年間に岐阜県で発生した腸炎ビブリオ食中毒の発生動向と、この期間に当研究所に搬入された本菌株の血清型の変動について解析を行い、以下のような結果を得た。

1. 岐阜県で発生した腸炎ビブリオ食中毒事例数は過去23年間に158件あり、細菌性食中毒と判明した事例の53.6%を占め、1992, 1994, 2002年以外は細菌性食中毒の第1位であった。
2. 1994年以降、夏季の最高気温の平均は徐々に上昇しているが、本菌による食中毒は減少する傾向にあった。
3. 月別発生件数をみると、夏季にあたる6～9月に91.7%が集中し、10月をあわせた6～10月で97.5%の事件が発生していた。
4. 原因食品が判明した事例は58件あり、うち77.0%が刺身や貝類、すしなどの魚介類によるものだった。
5. 23年間に当所に搬入された菌株は1178株あり、その血清型は75種にも及んだ。ヒトから分離されている血清型の70.3%（45血清型）が2年以上に渡って分離されているのに対し、食品や環境から分離された血清型は、複数年に渡り分離されているのは1血清型のみであった。
6. 1995年以前はO4：K8やO4：K63が優位を占めていたが、1996年以降はO3：K6が大半を占めるようになり、血清型の傾向の大きな変動が起こっていた。

キーワード：食中毒，腸炎ビブリオ，血清型

1 はじめに

魚介類を生で喫食することの多いわが国では、腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) による食中毒は最も代表的なものである。厚生労働省が公表している「食中毒発生状況」によると、腸炎ビブリオ食中毒は、細菌性食中毒の中でも事例数で約半数を占めており、本菌の検査が本格的に実施され始めた1961年以来ほとんどの年でその事件数は首位であった。しかし、1989年からサルモネラによる食中毒が急増したこともあり、腸炎ビブリオ食中毒はサルモネラ食中毒に次いで2位になった年もあるが（1992～1993, 1996, 1999～2001年），本菌食中毒の事例数そのものは依然として多く、全国的にも大きな問題となっている。そこで、岐阜県において1980（昭和55）年～2002

（平成14）年までの23年間に発生した腸炎ビブリオ食中毒の発生動向とともに、この期間に当研究所に搬入された本菌株の血清型の変動について解析したので報告する。

2 対象と調査方法

2.1 調査期間と対象

1980年から2002年までの過去23年間に岐阜県内で起こった腸炎ビブリオを原因とする食中毒事例158件について「岐阜県食中毒事件録」¹⁾をもとに調査した。また、同期間に当研究所に搬入された腸炎ビブリオ菌株1178株の血清型の検討を行った。但し、当研究所に搬入される菌株は岐阜市を除く県内の食中毒由来株が主なもので、その他に患者が県内に在住しているが

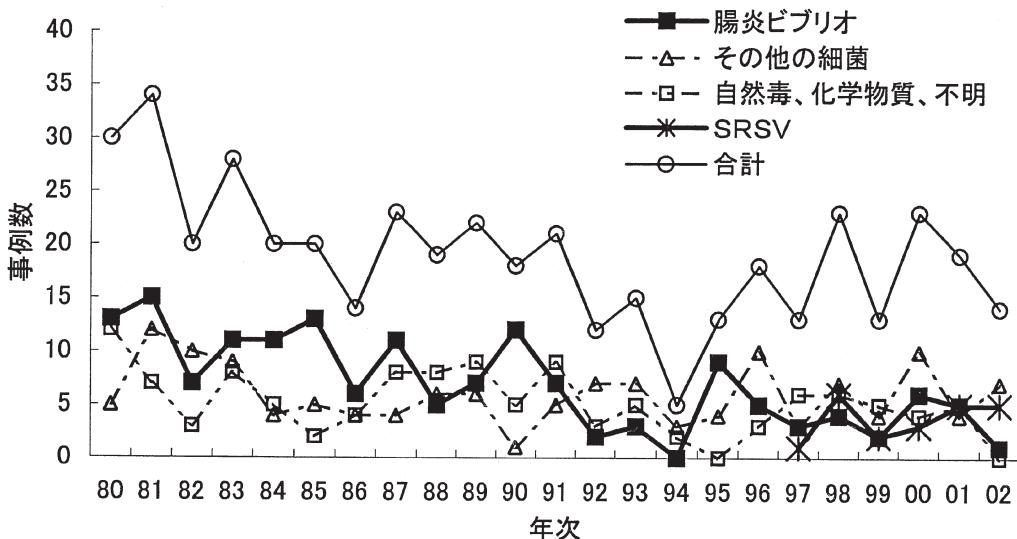


図1 食中毒原因物質の年次推移（岐阜県）

原因施設が他県にある事例、あるいは有症苦情などに関わるものも含んでおり、行政統計上の分離数とは一致しない。

2.2 血清型別試験

搬入された腸炎ビブリオは、常法²⁾に従い市販の診断用血清（デンカ生研）を用いて、スライド凝集反応法によりO抗原およびK抗原の型別を行った。

2.3 岐阜県内の気温の調査

気象庁「気象観測システム」をもとに、1980年から2002年までの期間に岐阜気象台で観測された6～9月の4ヶ月間の毎日の最高気温を調べた。

3 成 績

3.1 岐阜県で発生した腸炎ビブリオ食中毒の発生動向

3.1.1 食中毒原因物質の年次推移

岐阜県内で1980年から2002年までの過去23年間に発生した食中毒事例総数は437件であり、そのうち腸炎ビブリオを原因菌とする事例は158件で全体の36.2%，細菌性食中毒と判明した295事例の53.6%を占めた。原因物質ごとの動向を年次別にみると、腸炎ビブリオ食中毒事例数は年によって0件から15件と大きな差があったが、1992, 1994, 2002年以外は本菌が細菌性食中毒の原因の第1位であった。一方、細菌性食中毒の16.9%を占めるサルモネラ菌による食中毒は、ほとんどの年で1件から3件と一定の頻度で起こっていた。また、1999年5月から病原物質に

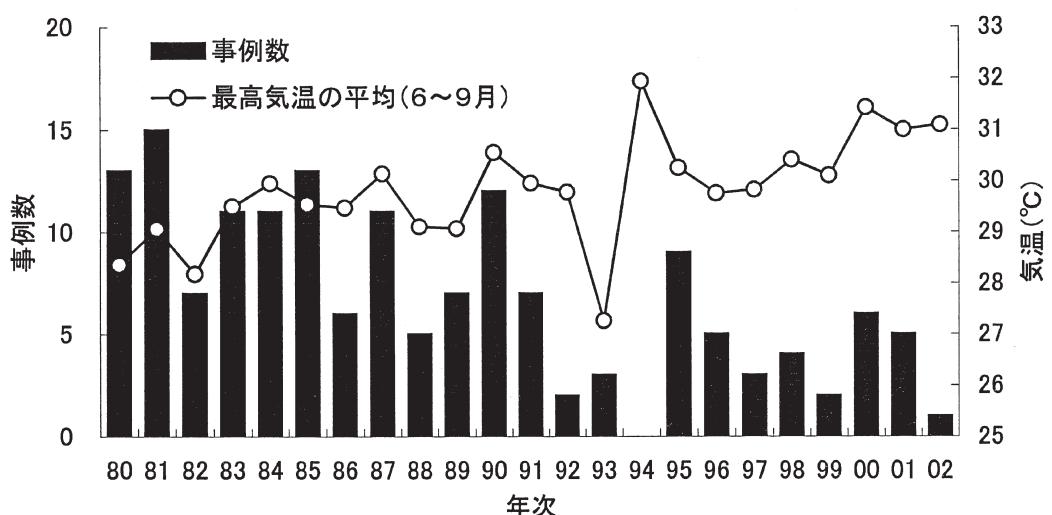


図2 腸炎ビブリオ食中毒事例数と最高気温の平均との関係

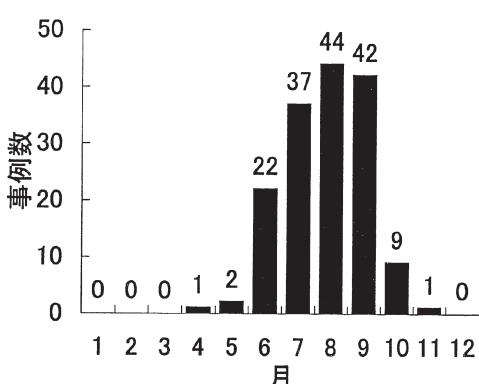


図3 腸炎ビブリオ食中毒事例の月別発生状況（1980－2002）

追加指定されたSRSV（小型球形ウイルス）を原因とする食中毒は、1999年には全体の7.7%だったものが2002年には35.7%を占めており、その割合は増加しつつある（図1）。

3.1.2 腸炎ビブリオ食中毒事例と気温との関係

腸炎ビブリオ食中毒発生件数と気温との関係を比較するために、本菌食中毒が多く発生する6～9月の4ヶ月間の岐阜気象台で観測された最高気温の平均を本菌食中毒発生状況と併せて図2に示した。23年間の最高気温の平均は27.3～31.9℃と年によって差が認められ、その差は4.6℃にも及んだ。1985年以前では腸炎ビブリオ食中毒事件数が10件を越える年が多く、気温との相関性は低かった。一方、1986～1993年の間では、この期間で比較的気温の高かった1987年と1990年の事件数が多く、本菌事件数と気温に関係が認められた。しかしながら、23年間で最高気温が最も高かった1994年には、県内で起こった食中毒総数は5件、そのうち腸炎ビブリオ食中毒事件は0件で、共に23年間で最も少ない数だった。1994年以降、最高気温は緩やかな上昇傾向にあるが、県内の腸炎ビブ

リオ食中毒事例数は減少傾向にあった。

3.1.3 月別発生状況

過去23年間の腸炎ビブリオ食中毒事例の月別発生件数をみると、発生件数が最も多かったのは8月の44件で27.8%を占めた。次いで9月の42件(26.6%)、7月の37件(23.4%)の発生件数が多かった。夏季にあたる6～9月の4ヶ月間で全体の91.7%の事件数を占め、10月をあわせた6～10月の5ヶ月間で全体の97.5%の事件が発生した。しかし、通常は腸炎ビブリオ食中毒のみられない4、5、11月にも4事例が発生していた（図3）。

3.1.4 原因食品

過去23年間の本菌食中毒158事例の原因食品を調べた。複数の食品が原因と断定された場合は両方に計上した。その結果、158事例のうち58事例で合計61の原因食品が判明した。特定された食品を魚介類、卵類及びその加工品、穀類及びその加工品、野菜類及びその加工品、複合調理品（和え物など）に分類したところ、61食品中47食品(77.0%)が刺身、貝類、すしなどを含む魚介類であった。また、61事例については原因となった食事までは判明したが、食品の特定には至らなかった。それらの食事を会席料理、仕出し料理（弁当）、家庭料理、給食、その他に分類したところ、飲食店や寿司屋などで喫食した会席料理、またはこれらの店で調理された仕出し料理がその大半を占めた（図4）。

3.2 岐阜県（岐阜市を除く）で分離された腸炎ビブリオの血清型の推移

3.2.1 血清型の種類と菌株由来

1980～2002年までの過去23年間に当研究所に搬入された腸炎ビブリオ菌株の、分離された年と血清型、さらには分離由来を併せて表1に示した。23年間に

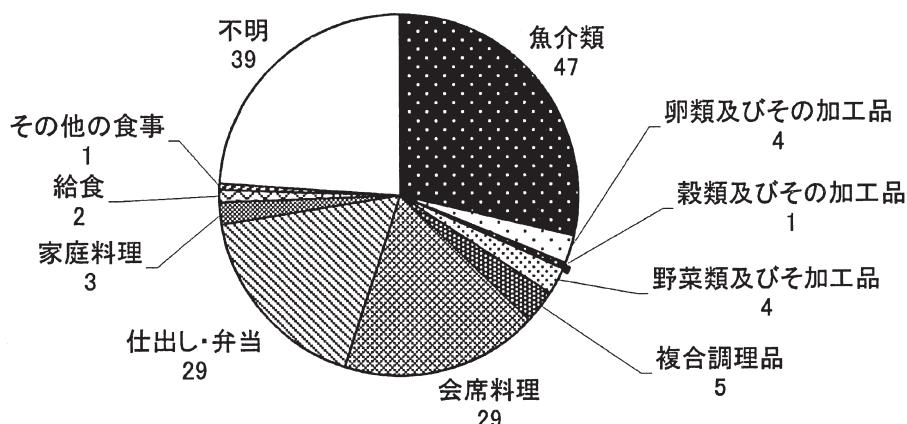


図4 腸炎ビブリオ食中毒の原因食品のうちわけ

表1 当所に搬入された腸炎ビブリオの分離年と血清型

血清型	分離年																				合計	由来			
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	ヒト	食品 環境
O1:K1																								4	○ ○
O1:K23																								1	○
O1:K25																								14	○ ○
O1:K26	1																							1	○ ○
O1:K32	47																							48	○
O1:K37																								3	○
O1:K38	12																							40	○
O1:K56																								53	○ ○
O1:K60	2		3																					13	○ ○
O1:K69																								3	○
O1:KUT	1																							22	○ ○
O2:K3	2	12																						25	○
O2:K28																								3	○ ○
O2:KUT																								14	○ ○
O3:K4																								2	○ ○
O3:K5	1	1	2	2	1																			11	○ ○
O3:K6		1		1																				89	○
O3:K7																								10	○
O3:K20																								2	○
O3:K29	1			2	3	3	21		4														40	○ ○	
O3:K33	1						6	2															10	○ ○	
O3:K37							1																2	○ ○	
O3:K45								1		2													1	○	
O3:K54																								3	○
O3:K56																								1	○ ○
O3:K57																								5	○
O3:K58																								2	○ ○
O3:KUT	5	1	2	5	1			4															26	○ ○	
O4:K4			26	3	1																		38	○ ○	
O4:K8	31	44	14	46	8	36	3	12	6	3	16	26	2	2	2	1	8	1	7	17	1	2	2	283	○ ○
O4:K9																								12	○
O4:K10	5	3	2	1	2																		14	○	
O4:K11		1		5	1	2			1	5	9												20	○	
O4:K12	1		3			16	1																26	○	
O4:K13	2			2																			7	○ ○	
O4:K18	1																						1	○ ○	
O4:K29			5	1	1																		12	○ ○	
O4:K34																							1	○ ○	
O4:K37																							2	○ ○	
O4:K42																							3	○ ○	
O4:K53																							8	○ ○	
O4:K55			50	1	1	3			10	2	4	1	1	2	1	1							107	○ ○	
O4:K63						20		18															6	○ ○	
O4:K68																							31	○ ○	
O4:KUT			2	3	5			6	5	2			2	6											
O5:K15	4	2	7	10				4	10	5	8	1											50	○ ○	
O5:K17		2		1																			6	○ ○	
O5:K18			4																				4	○ ○	
O5:K19			1																				1	○	
O5:K30			2																				2	○	
O5:K47			1																				1	○	
O5:K60			2																				2	○ ○	
O5:K68			1																				1	○ ○	
O5:KUT									1	1	1												3	○ ○	
O6:K18	1																						4	○ ○	
O6:KUT								1															1	○	
O7:K24		2																					2	○	
O8:K20			1																				2	○	
O8:K21				1																			2	○	
O8:K22					1																		1	○	
O8:K39						1																	1	○	
O8:K41							1																2	○ ○	
O8:KUT									1	2													4	○ ○	
O9:K23									1														1	○ ○	
O10:K19			16																				16	○	
O10:K24				1	11	3	3	1														2	○ ○		
O10:K52			1																				19	○ ○	
O10:KUT	1								2	1	1		1										6	○ ○	
O11:K19										1													1	○	
O11:K36									3														3	○ ○	
O11:K51									1														2	○ ○	
O11:K61										1													1	○ ○	
O11:K69											1												9	○ ○	
O11:KUT									1	1			1	2	1			3							
OUT:KUT									2	1			3										2	○ ○	
合計	166	85	42	104	74	105	37	49	63	27	77	49	49	14	7	81	53	21	21	11	6	29	8	1178	64種 42種

※UT: untypable

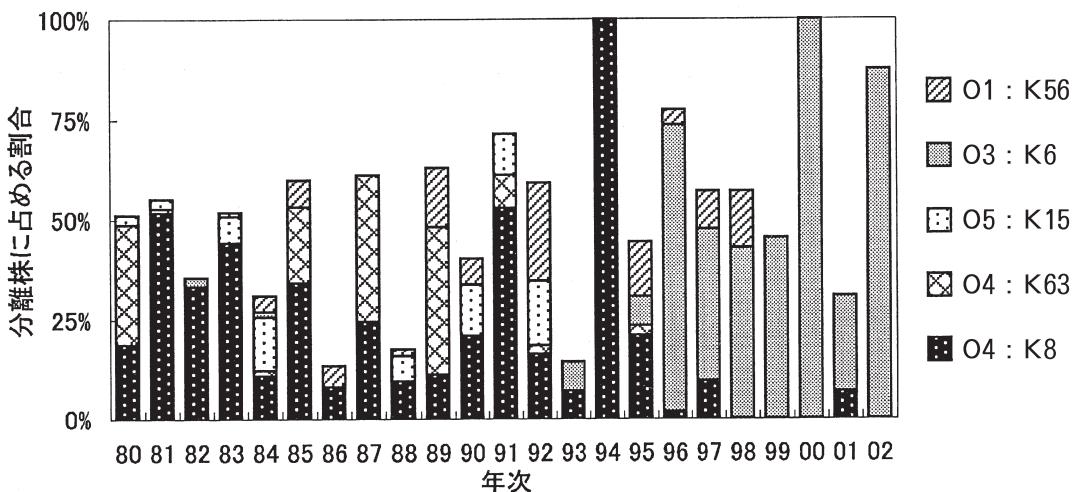


図5 上位血清型の年次変化

搬入された1178株のうち、岐阜県内の施設で発生した腸炎ビブリオ食中毒事例に関わる菌株（岐阜市内の施設や患者に関わる菌株を除く）は840株（71.3%）であり、患者が県内に居り原因施設が他県にある事例、あるいは有症苦情等などに関わる菌株は338株（28.7%）であった。

分離株を血清型ごとに分類した結果、その数は75血清型にも及んだ。各血清型の分離株の由来をみると、患者などヒトのみから分離されたのが33血清型、食品または環境からのみ分離されたのが11血清型、ヒト及び食品・環境の両方から分離されたのが31血清型であった。大きな特徴としては、ヒトから分離されている血清型の70.3%（45血清型）が2年以上に渡って分離されているのに対し、食品や環境のみから分離された血清型は、23年間を合計した分離株数が1ないし2株で、しかも複数年に渡って分離されているのは1血清型のみであった。

3.2.2 上位血清型の年次推移

23年間に分離された75血清型のうち主なものは、O4 : K8 283株、O4 : K63 107株、O3 : K6 89株、O1 : K56 53株、O5 : K15 50株であり、この上位5血清型582株で全体の49.4%を占めた。この5つの血清型を示す菌株数の総分離株数に占める割合を年次別に図5に示した。最も分離株数の多かったO4 : K8は1980～1997年までの18年間毎年分離されており、その株数もほとんど毎年1～3位に入る株数であったが、1998年以降は2001年に2株分離されるにとどまった。O3 : K6は1994年以前には1979, 1982, 1984, 1993年に1株分離されただけだったが、1995年以降は毎年5株以上分離され、分離される株のほとんどを占め

るようになった。その他に分離株数の多かったO4 : K63, O5 : K15の流行は1～2年にとどまることが多く、O4 : K63は1980, 1985, 1987, 1989年に、O5 : K15は1984, 1990年にそれぞれ多く検出されたが、両血清型ともに1996年以降は全く分離されていない。O1 : K56は、分離株数ではその年の1位になるほどは分離されていないが、3～4年間の流行が数年の間隔をおいて起こっているという特徴がみられた。

4 考 察

岐阜県における食中毒の発生状況を全国と比較すると、細菌性食中毒の約半数が腸炎ビブリオによるものであること、1999年から集計されるようになったS R S Vによる食中毒の占める割合が増加しつつあることなど岐阜県と全国で共通の特徴が認められたことから、大きな傾向については全国の状況をほぼ反映しているといえる。

一般的に、食中毒の発生は気温によって左右される傾向にあるが、中でも腸炎ビブリオ食中毒は、気温（あるいは海水温）にかなり影響されると考えられている。夏季には、海水温が上昇して、腸炎ビブリオが海水中で増殖し、海水中の菌数が増加するため、魚介類の本菌の汚染率が非常に高くなる³⁾。また、気温の上昇は調理場などで食品が腸炎ビブリオの二次汚染を受けた場合に、付着した菌が増殖する機会を増大させるため、腸炎ビブリオ食中毒は夏季に集中して発生する。岐阜県においても気温の上昇が見られる6～9月に腸炎ビブリオ食中毒のほとんどが集中していた。また、この期間の岐阜県の最高気温の平均と本菌食中毒発生状況を比較した結果、1986～1993年には腸炎ビ

ブリオ事例数と気温との間に弱いながらも相関が認められた。しかし1994年以降では、最高気温の平均は緩やかな上昇傾向にあるにもかかわらず、岐阜県での腸炎ビブリオ食中毒は減少傾向にあり、気温以外の要因との関係も示唆された。

サルモネラや黄色ブドウ球菌による食中毒は夏季の発生が多いものの、年間を通じて発生が認められるのに対し、腸炎ビブリオは夏季に集中し6～10月の5ヶ月間で97.5%の事例が発生している。しかし、腸炎ビブリオ食中毒が夏季以外にも皆無ではなく23年間のうち4、5、11月に4事例が発生している。最近輸入魚介類が原因と考えられる腸炎ビブリオ食中毒も発生しており⁴⁾、輸入魚介類が腸炎ビブリオに汚染されていれば、暖かい調理場や暖房設備のある部屋では増殖の機会もあることから、夏季以外の発生も十分に起こりうると考えられる。

岐阜県では、食中毒が疑われる事例発生時の菌検索は管轄保健所が行い、当研究所は血清型別等を行うことになっている。23年間に当研究所に搬入された1178株の血清型の検討を行ったところ、75種類もの血清型が得られた。このように多種類の血清型が分離されたのは、通常、腸炎ビブリオ食中毒では、その原因菌の血清型が1事例の中で複数検出されることが多いという他の食中毒と異なる特徴を持つためと考えられる。しかしながらその由来を見てみると、食品や環境からのみ検出された血清型も多く、患者由来株と同じ血清型が食品や環境から検出された事例は少数であった。環境に生息する腸炎ビブリオと、食中毒の原因となる腸炎ビブリオの病原性に関する知見としては、本菌の病原性の指標となる神奈川現象やその原因となる溶血毒（耐熱性溶血毒：TDH、耐熱性溶血毒類似毒素：TRH）が、患者由来株ではその大半が本現象陽性であるのに対し、環境由来株では逆にそのほとんどが陰性であることなどが明らかにされている⁵⁾。岐阜県で起こった腸炎ビブリオ食中毒のうち、患者由来株と食品由来株の血清型が一致し、そのどちらも神奈川現象が陽性であった事例はわずか4例のみであること^{6)～9)}は、これらの知見に一致する。

血清型分布を年次的にみると、毎年主体をなす血清型が比較的少数に限られること、毎年の流行菌型は特定の同じ血清型に限定されず年によってしばしば大きな変動が起きたこと、既知の血清型に該当しない新しい血清型が突如流行株として出現することもまれでないこと、などがその特徴であった。また、血清型の年次変化の大きな特徴として、1996年以前にはO4：K8

が優位を占めていたが、それ以降にはO3：K6に変換していた。このO3：K6の出現と大流行は、日本全土で報告が相次いでいる^{10)～13)}だけではなく、世界的にも流行が認められており、インド、バングラデシュ、タイ、台湾などの東南アジアにおいても増加が指摘されている^{14)～16)}。さらに、米国でも1998年にニューヨーク海域で採取した生カキおよびハマグリを原因とする本血清型菌による集団食中毒が報告されている¹⁷⁾。O3：K6菌型が、なぜこのように世界的に広がり食中毒を急増させているのかという原因は未だ解決されていない。本菌の生態での適応性や病原性からの解析が必要であろう。

本報では、長期的に食中毒事例の発生や血清型の動向を見てみたが、このような解析は、長期的な流行の傾向を把握することができ、原因究明の一助になるものと考えられる。

文 献

- 1) 岐阜県健康福祉環境部生活衛生課編：岐阜県食中毒事件録、昭和55年-平成13年
- 2) 工藤泰雄：病原細菌の群別と型別法「腸炎ビブリオ」、臨床と微生物、15, 79-82, 1998
- 3) Angelo D., Jessica L. N., John C. B., Joy G. W. and David W. C. : Seasonal abundance of total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in Alabama oysters, *Appl. Environ. Microbiol.*, 69, 1621-1526, 2003
- 4) 石橋正憲、塚本定三、浅尾努、濱野米一、久米田裕子、依田知子、他：大阪府下で発生したタイラギの貝柱が原因と考えられる腸炎ビブリオ食中毒について、病原微生物情報（国立感染症研究所）、20, 272, 1999
- 5) 竹田美文、工藤泰雄、篠田純男、本田武司編：腸炎ビブリオ第Ⅲ集、26-36、近代出版、1990
- 6) 所 光男、後藤喜一、山田不二造、川瀬操、佐橋隆、清水栄治：ふき取り検体から神奈川現象陽性株が検出された腸炎ビブリオ食中毒について、岐阜県衛生研究所報、25, 1-5, 1980
- 7) 所 光男、加藤樹夫、後藤喜一、渡辺実、山田不二造、上田宏、大橋富男、奥村直尊、大平恵美子、林峯雄、上田茂、臼井宗一、伊藤保、栗田元徳：卵焼きによる腸炎ビブリオ食中毒事例について、食品衛生研究、32, 945-954, 1982
- 8) 所 光男、加藤樹夫、後藤喜一、渡辺実、山田不二造、佐橋隆、清水栄治、松尾登、渡辺靖信、

- 所 正澄, 高橋英勝: 原因食品から神奈川現象陽性株が検出された腸炎ビブリオ食中毒について, 岐阜県衛生研究所報, 28, 11-13, 1983
- 9) 国島幸, 伊藤嘉浩, 長野功, 西山信男, 太田雅賀, 森下有輝: 食中毒事例より分離された腸炎ビブリオの耐熱性溶血毒産生能の違いについて, 岐阜県保健環境研究所報, 1, 1-7, 1993
- 10) 国立感染症研究所: 腸炎ビブリオ 1994~1995, 病原微生物情報 (国立感染症研究所), 17, 151-152, 1996
- 11) 国立感染症研究所: 腸炎ビブリオ 1996~1998, 病原微生物情報 (国立感染症研究所), 20, 159-160, 1999
- 12) 友良光, 筒井理華, 対馬典子, 杉山猛: 青森県における腸炎ビブリオ患者発生動向について, 病原微生物情報 (国立感染症研究所), 20, 162-163, 1999
- 13) 尾関浩魅, 甲斐明美, 柳川義勢, 諸角聖: 東京都内における下痢症由来腸炎ビブリオ血清型O3 : K6の出現推移, 病原微生物情報 (国立感染症研究所), 20, 163-164, 1999
- 14) Bag P. K., Nandi S., Bhadra R. K., Ramamurthy K., Bhattacharya S. K., Nishibuchi M., Hamabata T., Yamasaki S., Takeda Y. and Nair G. B.: Clonal diversity among recently emerged stains of *Vibrio parahaemolyticus* O3 : K6 associated with pandemic spread, *J. Clin. Microbiol.*, 37, 2354-2357, 1999
- 15) Okuda J., Ishibashi M., Hayakawa E., Nishino T., Takeda Y., Mukhopadhyay A. K., Garg S., Bhattacharya S. K., Nair G. B. and Nishibuchi M.: Emergence of a unique O3 : K6 clone of *Vibrio parahaemolyticus* in Calcutta, India, and isolation of strains from the same clonal group from Southeast Asian travelers arriving in Japan, *J. Clin. Microbiol.*, 35, 3150-3155, 1997
- 16) Wong H., Liu C., Pan T., Lee C., Shih D. Y.: Molecular typing of *Vibrio parahaemolyticus* isolates, obtained from patients involved in food poisoning outbreaks in Taiwan, by random amplified polymorphic DNA analysis, *J. Clin. Microbiol.*, 37, 1809-1812, 1999
- 17) CDC: Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* infection associated with eating raw oysters and clams harvested from Long Island Sound-Connecticut, New Jersey, and New York, 1998, *MMWR*, 48, 48-51, 1999

Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus* Foodborne Outbreaks in Gifu during 1980 to 2002 and Serotype Analysis of the Pathogens

Makiko YAMADA, Yutaka SHIRAKI, Michiyo ITAGAKI, Mitsuo TOKORO

Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences : 1-1, Naka-fudogaoka,
Kakamigahara, Gifu 504-0838, Japan

1 他誌掲載論文

Photocatalytic Activity of Hydroxyapatite for Methyl Mercaptane

Harumitsu Nishikawa* and Koichi Omamiuda**

* Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

** Sumitomo Osaka Cement Co.Ltd

J. Mol. Catal. A: Chem., 179, 193-200 (2002)

The formation of radical species on stoichiometric hydroxyapatite (HAp) by UV irradiation and the photocatalytic behavior of HAp were studied. The radical species formed on HAp after heat treatment at 200°C by UV irradiation was assigned to be $O_2^{\cdot-}$ species from the results of ESR studies. Electron transfer must occur from vacancy formed in apatitic structure to atmospheric oxygen on HAp. The conversion of methyl mercaptane (MM) using the HAp sample under UV irradiation for 60min was 96%. That is, the photocatalytic decomposition of MM on HAp proceeded effectively.

Gnetol as a Potent Tyrosinase Inhibitor from Genus *Gnetum*

Kenji Ohguchi*, Toshiyuki Tanaka**, Ibrahim Iliya***, Tetsuro Ito**,
Munekazu Iiuma***, Kenji Matsumoto*, Yukihiro Akao* and Yoshinori Nozawa*

* Gifu International Institute of Biotechnology

** Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

*** Gifu Pharmaceutical University

Biosci. Biotech. Biochem., 67, 663-665 (2003)

Gnetol (2, 3', 5', 6-tetrahydroxy-trans-stilbene), a naturally occurring compound particularly found in the genus *Gnetum*, had a strong inhibitory effect murine tyrosinase activity. Gnetol (IC_{50} , $4.5 \mu M$) was stronger than kojic acid (IC_{50} $139 \mu M$) as a standard inhibitor for murine tyrosinase activity. Moreover, gnetol significantly suppressed melanin biosynthesis in murine B16 melanoma cell.

A NEW FLAVONOL GLUCOSIDE FROM ONION

Miyuki Furusawa*, Toshiyuki Tanaka*, Ken-ichi Nakaya*, Munekazu Iinuma**
and Hironori Tsuchiya***

* Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

** Gifu Pharmaceutical University

*** Department of Dental Pharmacology, Asahi University School of Dentistry

Heterocycles, 57, 2175-2177 (2002)

Onion (*Allium cepa*) is well known as a rich source of flavonoid. For the purpose of utilization of onion and the isolated compounds, we have studied the constituents of *A. cepa*, from which we isolated a new flavonol glucoside having an oxidative quercetin derivative as aglycone.

Two New Oligostilbenes with Dihydrobenzofuran from the Stem Bark of *Vateria indica*

Tetsuro Ito*, Toshiyuki Tanaka*, Munekazu Iinuma**, Ken-ichi Nakaya*
Yoshikazu Takahashi***, Ryuichi Sawa***, Hiroshi Naganawa*** and Veliah Chelladurai****

* Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

** Gifu Pharmaceutical University

*** Institute of Microbial Chemistry

**** Survey of Medicinal Plant Unit, Central Council for Research in Ayurveda and Siddha

Tetrahedron, 59, 1255-1264 (2003)

Two new stilbenoids, vateriaphenols A and B, were isolated from the stem bark of *Vateria indica* along with known 10 stilbenoids and bergenin. The structures of isolates were established on the basis of spectroscopic analysis. The structures of vateriaphenols A and B were characterized as an octamer and a tetramer of resveratrol, respectively. The spectral properties of the highly condensed vateriaphenol A were also discussed.

Stilbene derivatives from *Gnetum gnemon* Linn

Ibrahim Iliya*, Zulfiqar Ali**, Toshiyuki Tanaka**, Munekazu Iinuma*, Miyuki Furusawa**, Ken-ichi Nakaya**, Jin Murata****, Dedy Darnaedi*****,
Nobuyasu Matsuura***** and Makoto Ubukata*****

* Gifu Pharmaceutical University

** Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

*** Botanical Gardens, Koishikawa, Graduate School of Science, University of Tokyo

**** Indonesian Institute of Science

***** Toyama Prefectural University

Phytochemistry, 62, 601-606 (2003)

Four stilbene derivatives, gnemonols K and L (resveratrol trimer), M (isorhapontigenin dimmer), and gnemonoside K (glucoside of resveratrol trimer) together with eleven known stilbenoids and a lignan were isolated from the acetone, methanol and 70% methanol soluble parts of the root of *Gnetum gnemon* (Gnetaceae). The structures of the isolates were determined by spectral analysis. The antioxidant activity of the stilbenoids on lipid peroxide inhibition and superoxide scavenging activity was also investigated.

Stilbene Derivatives from Two Species of Gnetaceae

Ibrahim Iliya*, Toshiyuki Tanaka**, Munekazu Iinuma*, Zulfiqar Ali**, Miyuki Furusawa**, Ken-ichi Nakaya**, Yoshiaki Shirataki***, Jin Murata****, and Dedy Darnaedi*****

* Gifu Pharmaceutical University

** Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

*** Faculty of Pharmaceutical Sciences, Josai University

**** Botanical Gardens, Koishikawa, Graduate School of Science, University of Tokyo

***** Indonesian Institute of Science

Chem. Pharm. Bull., 50, 796-801 (2002)

The family of Gnetaceae is known to contain stilbenoids. Various species in the family have been used as folk medicine for the treatment of arthritis, bronchitis and asthma. The leaves and the fruits are also used as food in many parts of tropics. In continuation of our studies of the constituents of the Gnetaceous plants, we report in this paper the structure of five new stilbenoids isolated from two species of Gnetaceae. Gnemonol A and B were obtained from the root of *G. gnemon*. Gnemonol C, gnemonoside E and gnetal were isolated from the stem of *G. gnemonosides*, along with 2b-hydroxyampelopsin F. Gnetin E were also isolated from both species. The structures of the isolates were elucidated on the basis of spectral evidence.

Four New Stilbene Oligomers in the Root of *Gnetum gnemon*

Ibrahim Iliya*, Zulfiqar Ali**, Toshiyuki Tanaka**, Munekazu Iinuma*, Miyuki Furusawa**, Ken-ichi Nakaya**, Jin Murata*** and Dedy Darnaedi****

* Gifu Pharmaceutical University

** Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

*** Botanical Gardens, Koishikawa, Graduate School of Science, University of Tokyo

**** Indonesian Institute of Science

Helv. Chim. Acta, 85, 2538-2546 (2002)

The genus *Gnetum* (Gnetaceae) comprises ca. 40 species and is known to contain stilbenoid. Various species in the family have been used as folk medicines for the treatment of arthritis and asthma etc. In continuation of studies of *Gnetum* plants, we report in this paper the isolation and structure determination of two new stilbene oligomers, named gnemonols G and H, together with five known stilbenoids, ampelopsin E, cis-ampelopsin E, and gnetins C-E from acetone soluble part of the root of *Gnetum gnemon*. These compounds were isolated by column chromatography over silica gel, Sephadex LH20, ODS, and preparative TLC. The structures of isolates were characterized on the basis of spectral data.

Five Stilbene Glucosides from *Gnetum gnemonoides* and *Gnetum africanum*

Ibrahim Iliya*, Toshiyuki Tanaka**, Munekazu Iinuma*, Zulfiqar Ali**, Miyuki Furusawa**, Ken-ichi Nakaya**, Jin Murata*** and Dedy Darnaedi****

* Gifu Pharmaceutical University

** Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

*** Botanical Gardens, Koishikawa, Graduate School of Science, University of Tokyo

**** Indonesian Institute of Science

Helv. Chim. Acta, 85, 2394-2492 (2002)

The family of Gnetaceae comprises of about 40 species, distributed in the tropical rain forest. Many species in the family are used as food, as well as medicines and are known to contain various stilbenoid. In our previous report on the chemical constituents of *G. gnemonoides*, the structure determination of dimeric stilbenone glucosides were discussed. Further investigation of the polar fractions of *G. gnemonoides* and *G. africanum* resulted in the isolation of five new stilbenoids. The structures of the isolated compounds were determined by spectroscopic analysis.

Phenolic Constituents of *Gnetum klossii*

Zulfiqar Ali*, Toshiyuki Tanaka**, Ibrahim Iliya***, Munekazu Iinuma***, Miyuki Furusawa*, Testuro Ito*, Ken-ichi Nakaya*, Jin Murata**** and Dedy Darnaedi*****

*Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

**Gifu Pharmaceutical University

***Botanical Gardens, Koishikawa, Graduate School of Science, University of Tokyo

****Indonesian Institute of Science

J. Nat. Prod., 66, 558-560 (2003)

Four new phenolic derivatives, gnetofurans A-C and dihydropinosylvindiol were isolated from a methanol soluble part of the stem of *Gnetum klossii*, together with nine known compounds, gnetifolin F, isorhapontigenin, gnetulin, gnetin E, gnetin C, latifolol, gnetol, ϵ -viniferin and resveratrol. These structures of the new natural products were confirmed by spectroscopic analysis.

Stilbene Oligomers in Roots of *Sophora moorcroftiana*

Yoshiaki Shirataki*, Toshiyuk Tanaka**, Masayoshi Ohyama***, Shizuo Tada*****, Munekazu Iinuma*****

*Faculty of Pharmaceutical Sciences, Josai University

**Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences.

***Natural Product. Lab., School of Pharmacy, The Univeristy of North Carolina

****Department of Pharmaceutical Science, kansai College of Oriental Medicine

*****Gifu Pharmceutical University

Natural Medicine, 56, 139 (2002)

In the previous paper, we have reported the flavonoids in the root of *Sophora moorcroftiana*. Among the isolates, sophoraflavanones H-J are new type of natural products, generally called as flavonostilbenes. Further investigation of root constituents of this plant have led to isolation of a new resveratrol trimer, named sophorastilbene A together with four known resveratrol oligomers.

Dimeric Stilbenes from Stem Lianas of *Gnetum africanum*

Ibrahim Iliya*, Toshiyuki Tanaka**, Munekazu Iinuma*, Miyuki Furusawa**, Ken-ichi Nakaya**

* Gifu Pharmaceutical University

** Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

Heterocycles, 59, 1057-1062 (2002)

Two new stilbene dimmers, gneaficanins A, B and bisisorhapontigenin B were isolated from the stem lianas of *Gnetum africanum* (Gnetaceae) along with eight known stilbenoids; longusol A, gnetin C, gnetin D, gentin E, gnetofolin E, gnetol,isorhapontigenin and resveratrol. The structures of the new isolated compounds were characterized by spectral analysis.

Six Flavonostilbenes from *Gnetum africanum* and *Gnetum gnemon*

Ibrahim Iliya*, Toshiyuki Tanaka**, Zulfiqar Ali**, Munekazu Iinuma*, Miyuki Furusawa**, Ken-ichi Nakaya**, Yoshiaki Shirataki***, Jin Murata****, Dedy Darnaedi*****, Nobuyasu Matsuura***** and Makoto Ubukata*****

* Gifu Pharmaceutical University

** Gifu Prefectural Institute of Health and Environmental Sciences

*** Faculty of Pharmaceutical Science, Josai University

**** Botanical Gardens, Koishikawa, Graduate School of Science, University of Tokyo

***** Indonesian Institute of Science

***** Toyama Prefectural University

Heterocycles, 60, 159-166 (2003)

Six new flavonostilbenes (gnetoflavonols A-F) were isolated from the stem of *Gnetum africanum* and the root of *G. gnemon*. The structures of the compounds were determined by spectroscopic analysis. The antioxidant activity of the compounds on lipid peroxide inhibition and superoxide scavenging activity were also investigated.

岐阜県における脳血管疾患年齢階級別死亡率の長期的推移について

田中 耕*, 森 洋隆*, 重村克己*, 飯沼宗和*, 日置敦巳**

*岐阜県保健環境研究所

**岐阜県岐阜地域保健所

厚生の指標, 49 (5), 16-20 (2002)

県内の長期的な脳血管疾患死亡の年齢階級別推移について検討した。岐阜県男性の脳血管疾患死亡率は、昭和30年には全年齢階級にわたって全国レベル以下であったが、昭和45年から平成7年頃まで75歳以上の高齢者に限り全国レベルをわずかに上回る傾向となり、平成10年には再び全国レベル以下にまで低下した。また、女性の脳血管疾患死亡率については男性と同様に昭和30年には全年齢階級にわたって全国レベル以下であったが、昭和35年から50歳以上のほとんどの年齢階級で全国レベルを大きく上回る傾向となり男性に比較して著しく悪い状況にあった。しかし、昭和55年をピークに次第に全国レベルにまで近づき、平成10年にはおおむね全国レベルにまで収束できた。今後、平成10年の脳血管疾患死亡率の水準を維持できれば、岐阜県女性の平均寿命についても全国水準で推移できるものと考えた。

岐阜県における自殺死亡の特徴

田中 耕*, 森 洋隆*, 重村克己**, 日置敦巳***

*岐阜県保健環境研究所

**岐阜県飛騨地域保健所

***岐阜県岐阜地域保健所

厚生の指標, 49 (13), 14-20 (2002)

岐阜県内における自殺死亡の推移および地域差を明らかにし、自殺死亡に関連する社会生活指標との関連性を考察するため、岐阜県内における自殺死亡の推移を人口動態統計（昭和40年から平成12年）により観察するとともに、地域の社会生活指標を用いて重回帰分析、主成分分析を行った。

男女とも自殺死亡には明瞭な県内地域格差がみられ、二次医療圏が西から東に、南から北に移るにつれて自殺死亡率が高くなる傾向にあった。自殺死亡率の最も高い医療圏の標準化死亡比（SMR）は最も低い医療圏に対し、男性では2.1倍、女性では1.7倍であった。自殺死亡の発生には男女とも都市化の程度が強く影響することが示唆され、経済問題よりもむしろ農山村での居住が自殺死亡に関係深いことが推察された。

軽焼ドロマイトを用いたハロンの実用的分解処理

古田貴之*, 村上達夫*, 相藤 茂*, 角田 寛**,
西川治光**, 竹内章浩***, 赤塚義正***

* 上田石灰製造(株)

** 岐阜県保健環境研究所

*** 中部電力(株)

J. Soc. Inorg. Mater., Japan, 10, 30-36 (2003)

地球温暖化物質であるハロンの分解処理システムを開発するため、分解材、分解条件などを検討した。分解材としてCaO/MgOを選定し、最も分解効率の良い配合比を調べたところ、CaO:MgO=75:25の場合にハロンの分解率が最大であった。この配合比は軽焼ドロマイトの成分比に近似していることから、実用分解材として軽焼ドロマイトを使用することとした。900℃以上の反応温度ではハロンの分解率は99.99%以上であり、副生成物であるフロン116の生成率は0.0001%以下であった。さらに、分解生成物の二酸化炭素もその大部分が分解材に捕集除去されることもわかった。これらの結果をもとに、乾式縦型ハロン分解システムを確立した。

悪臭対策における快・不快度評価の重要性

高原康光

岐阜県保健環境研究所

産業と環境, 31 (12), 27-31 (2002)

悪臭を測定評価する場合、悪臭物質の濃度測定と人間の嗅覚を利用した官能試験の2通りの方法がある。においては数十から数百の悪臭成分を含有しているのが一般的であり、それらのすべての悪臭成分濃度を測定するのは不可能であり、濃度の大小のみではにおいを評価することも不可能である。それを補完するのが官能試験であるが、現在、公定法に採用されている三点比較式におい袋法は臭気の強度を主体とした方法であり、芳香消臭剤のように使用後の強度が上昇してしまう場合もあり、完全とは言えない。脱臭対策上の目的は不快感をいかに低下させるかに係っており、快・不快度を加味した方法が重要である。しかし、この方法には個人差の影響等の課題が多い。

そこで、個人差の影響等について調査した結果、その影響が強いのは嗜好性の臭気に限定され、いわゆる悪臭に関しては、年齢、性別、職業、国籍等には関係せず影響は少ないものと考えられた。そこで、悪臭事象を対象として、間接的な手法で快・不快度を求めることが可能なニオイプロフィール加算法を併用して検討したところ、芳香消臭剤や脱臭装置の効果判定、あるいは特定工場の悪臭対策等に、より的確な情報を導き出すことが可能であった。したがって、適正な悪臭評価を行うためには、悪臭物質の濃度測定と臭気強度評価に快・不快度を加味した評価方法を併用することが望ましいと考えられた。

A型肝炎患者（寿司店主）が感染源と思われるA型肝炎ウイルスによる食中毒－岐阜県

猿渡正子*，青木聰*，野田伸司*，所光男*，木方正*，
安江智雄**，大平恵美子**，日置敦巳***

* 岐阜県保健環境研究所

** 岐阜地域保健所本巣・山県センター

*** 岐阜地域保健所

病原微生物検出情報，23(6)，147-149 (2002)

2000年9～10月に複数のA型肝炎患者が発生し、調査の結果寿司店主を感染源とする食中毒事件と判明した。当該事例は、店主を含む従業員5人、同店での喫食者15人とその家族3人の計23人の発症が確認され、その発症時期と従業員の業務分担から①店主→従業員4人、②店主→患者10人、従業員2人→患者4人および従業員1人→患者1人、③患者の家族内感染3人、の3タイプの様式により感染が拡大したものと思われた。

患者のウイルス検索では、従業員を含む9人の患者便のPCR産物をダイレクトシークエンスでウイルスの遺伝子配列を比較したが、99.4～100%一致し同一感染源によることが確認された。

また、8人の患者の協力を得て2ヶ月間ウイルス排泄調査を実施したが、1st-PCRで発症32～77日後までウイルスが検出された。

無菌性髄膜炎患者からのエコーウィルス13型の分離状況－岐阜県

野田伸司，猿渡正子，青木聰，所光男

岐阜県保健環境研究所

病原微生物検出情報，23(9)，227-228 (2002)

岐阜県では、2002年4月より無菌性髄膜炎患者の検体搬入が始まり、1998年の大流行以来の検体数になっている。

県下全域の医療機関より検体が搬入され、エコーウィルス13型が多数分離されている。

エコーウィルス13型は、過去1980年に岐阜県での1株の分離例以外は報告はなく、全く新しい型のウイルスであるが、当時の分離株は所在不明で変異の比較は不能である。

ウイルス分離陰性でPCR陽性の検体も多く、更に検討中である。

2 学会等発表

○A型肝炎患者より派生したと思われる食中毒事例の追跡調査

－A型肝炎ウイルスの遺伝子を指標とした検討－

猿渡正子, 野田伸司, 所 光男 (岐阜県保健環境研究所) 日置敦巳 (岐阜地域保健所)
第76回日感染症学会, 2002年4月, 東京都

○アンケート調査による臭気質の快・不快度固有値の特徴について

高原康光 (岐阜県保健環境研究所)
第15回におい環境学会, 2002年5月, 川崎市

○窒素同位体 ($\delta^{15}\text{N}$) を指標とする硝酸性窒素汚染地下水の原因究明手法

寺尾 宏 (岐阜県保健環境研究所), 加藤喜久雄 (名大地球水循環研究センター)
第8回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会, 2002年6月, 京都市

○岐阜県内河川における内分泌搅乱化学物質の実態について

春日洋二, 村瀬秀也 (岐阜県保健環境研究所)
第11回環境化学討論会, 2002年6月, 箱根町

○岐阜県内河川環境中のダイオキシン類Ⅰ －河川水, 底質, 付着藻類中のダイオキシン類－

大平武俊, 村瀬秀也, 安田 裕 (岐阜県保環研),
橋本俊次, 伊藤裕康, 森田昌敏 (国立環境研)
第11回環境化学討論会, 2002年6月, 箱根町

○岐阜県内河川環境中のダイオキシン類Ⅱ －付着藻類, 水生昆虫, 魚類中のダイオキシン類－

村瀬秀也, 安田 裕, 大平武俊 (岐阜県保環研),
橋本俊次, 伊藤裕康, 森田昌敏 (国立環境研)
第11回環境化学討論会, 2002年6月, 箱根町

○岐阜県内河川環境中のダイオキシン類Ⅲ －底質の性状とダイオキシン類の関係－

安田 裕, 村瀬秀也, 大平武俊 (岐阜県保環研)
第11回環境化学討論会, 2002年6月, 箱根町

○環境水中のダイオキシン類分析における抽出方法についての比較検討－ポリウレタンフォームを用いた現場型採取及び活性炭吸着法について－

加藤謙一 (宮城県), 安田 裕 (岐阜県), 小沢慶一 (岩手県), 大原俊彦 (広島県), 山内正信 (愛媛県),
大高広明 (環境省環境研修センター)
第11回環境化学討論会, 2002年6月, 箱根町

○小型焼却炉におけるダイオキシン類の生成実態

(第6報) 焼却物の分子構造におけるベンゼン骨格の役割

形見武男 (岐阜県生物産業研), 岡 正人, 安田 裕 (岐阜県保環研), 安原昭夫 (国立環境研), 奥田 俊一, 池野 豊 (富士清空工業所)

第11回環境化学討論会, 2002年6月, 箱根町

○勤労世帯住民の老後の展望と健康づくり

日置敦巳, 和田明美, 小川博俊 (岐阜地域保健所),
田中 耕 (岐阜県保健環境研究所)

第48回東海公衆衛生学会, 2002年7月, 津市

○地下水のほう素含有量について

寺尾 宏 (岐阜県保健環境研), 西川雅高 (国立環境研)

日本地下水学会秋季講演会, 2002年10月, 平良市

○インターネットを利用した岐阜県下におけるサルモネラ症発生動向調査

板垣道代, 白木 豊, 山田万希子, 所 光男 (岐阜県保健環境研究所), 河合直樹 (岐阜市医師会)
第23回日本食品微生物学会学術総会, 2002年9月,
東京都

○インドネシア産 *Vatica pauciflora* のスチルベンオリゴマーの構造

伊藤哲朗¹, 田中稔幸¹, 中屋謙一¹, 飯沼宗和²,
イリヤ イブラヒム², 小林絵美³, 白瀧義明³, 邑田 仁⁴, デディ ダルナエディ⁵ (¹岐阜県保健環境研究所, ²岐阜薬科大学, ³城西大学, ⁴東大院・植物園, ⁵ボゴール植物園)

日本生薬学会第49回年会, 2002年9月, 福岡市

○*Gnetum*属植物の成分（6）フラボノスチルベンおよびスチルベンオリゴマー配糖体の構造
Ibrahim Iliya, 飯沼宗和（岐阜薬大），田中稔幸，Zulfiqar Ali, 古沢 幸，中屋謙一（岐阜県保健環境研究所），白瀧義明（城西大），邑田 仁（東大院・植物園），Dedy Darnaedi（ボゴール植物園）
日本生薬学会第49回年会，2002年9月，福岡市

○*Gnetum*属植物の成分（7）*Gnetum gnemon*根部のスチルベンオリゴマーの構造
Ibrahim Iliya, 飯沼宗和（岐阜薬大），田中稔幸，Zulfiqar Ali, 古沢 幸，中屋謙一（岐阜県保健環境研究所），白瀧義明（城西大），邑田 仁（東大院・植物園），Dedy Darnaedi（ボゴール植物園）
日本生薬学会第49回年会，2002年9月，福岡市

○岐阜県における脳卒中発症率の推定
田中 耕（岐阜県保健環境研究所），重村克巳，加納美緒，針田 哲（岐阜県健康局）
第61回日本公衆衛生学会，2002年10月，さいたま市

○グネツム科植物のスチルベンオリゴマーの構造と生物活性
イリヤ イブラヒム，飯沼宗和（岐阜薬科大学），田中稔幸，ズルフィカーリー アリ，伊藤哲朗，吉沢幸，中屋謙一（岐阜県保健環境研究所），邑田 仁（東大理），デディー ダルナエディ（ボゴール植物園），白瀧義明（城西大），松浦信康（富山県立大）
第44回天然有機化合物討論会，2002年10月，東京都

○Melting temperature (Tm) を用いた同一食中毒集団から検出されたノーウォーク様ウイルス株間の遺伝子相同性の簡易検討
猿渡正子，青木 聰，野田伸司（岐阜県保健環境研究所）
第50回日ウイルス学会，2002年10月，札幌市

○アトラジン及びシマジンの定量法について
森 孝博，白木康一，中屋謙一（岐阜県保健環境研究所）
第39回全国衛生化学技術協議会年会，2002年10月，山形市

○ハシリドコロによる食中毒について
—尿中アトロビンの分析法—
多田裕之，白木康一，森 孝博，中屋謙一，木方正（岐阜県保健環境研究所）
第39回全国衛生化学技術協議会年会，2002年10月，山形市

○スチルベン誘導体による細胞死誘導機構とその分子機構の解析
大口健司¹，赤尾幸博¹，日下部鈴乃¹，伊藤哲朗²，田中稔幸²，小林絵美³，飯沼宗和³，野澤義則¹（¹岐阜県国際バイオ研究所，²岐阜県保健環境研究所，³岐阜薬科大学）
日本生化学会第75回年会，2002年10月，京都市

○水酸アパタイトの光励起による表面変化とラジカル生成
西川治光（岐阜県保健環境研究所），大豆生田好市（住友大阪セメント株）
第105回無機マテリアル学会学術講演会，2002年11月，高知市

○たまねぎ外皮中の生理活性成分について・第2報
古沢 幸¹，土屋博紀³，田中稔幸¹，中屋謙一¹，飯沼宗和²（¹岐阜県保健環境研究所，²岐阜薬科大学，³朝日大学歯学部）
日本食品衛生学会第84回学術講演会，2002年11月，大阪市

○センノシドが検出されたダイエット健康茶について
多田裕之，中屋謙一（岐阜県保健環境研究所）
第35回東海薬剤師学術大会，2002年12月，静岡市

○溶融スラグの土木資材利用時の環境影響評価
岡 正人，安田 裕（岐阜県保環研），青山光治，渡辺祐二（可茂衛生施設利用組合）
第29回環境保全・公害防止研究発表会，2003年1月，宮崎市

○岐阜県における光化学オキシダントの汚染状況
三原利之，角田 寛，南部敏博（岐阜県保健環境研究所）
第29回環境保全・公害防止研究発表会，2003年1月，宮崎市

○ *Welwitschia mirabilis* のスチルベノイドの構造

(1)

田中稔幸¹, イリヤ イブラヒム², 伊藤哲朗¹, 古沢 幸¹, 中屋 謙一¹, 飯沼宗和² (¹岐阜県保健環境研究所, ²岐阜薬科大学)

日本薬学会第123回年会, 2003年3月, 長崎市

○ インドネシア産 *Vatica pauciflora* のスチルベンオリ

ゴマーの構造 (2)

伊藤哲朗¹, 田中稔幸¹, 中屋謙一¹, 飯沼宗和², 高橋良和³, 澤 竜一³, 邑田 仁⁴, デディ ダルナエディ⁵ (¹岐阜県保環研, ²岐阜薬大, ³微化研, ⁴東大院・植物園, ⁵ボゴール植物園)

日本薬学会第123回年会, 2003年3月, 長崎市

○ アメリカ大陸の薬用資源の開発 (1) メイラード反

応抑制活性について

稻富由香¹, 松浦信康², 邑田裕子¹, 稲田 昭¹, 生方 信², 飯沼宗和³, 田中稔幸⁴, 邑田 仁⁵, 和田正三⁶, 河原孝行⁷, 田中伸幸⁸, 田中法生⁹, F. A. Lang¹⁰, M. A. P. Ferrera¹¹, 中西 勤¹ (¹摂南大薬, ²富山県大, ³岐阜薬大, ⁴岐阜県保健環境研究所, ⁵東大理, ⁶都立大理, ⁷農水省森林研北海道支所, ⁸高知県立牧野植物園, ⁹科博筑波研究センター, ¹⁰南オレゴン大, ¹¹UNICACH>)

日本薬学会第123回年会, 2003年3月, 長崎市

○ アメリカ大陸の薬用資源の開発 (2)

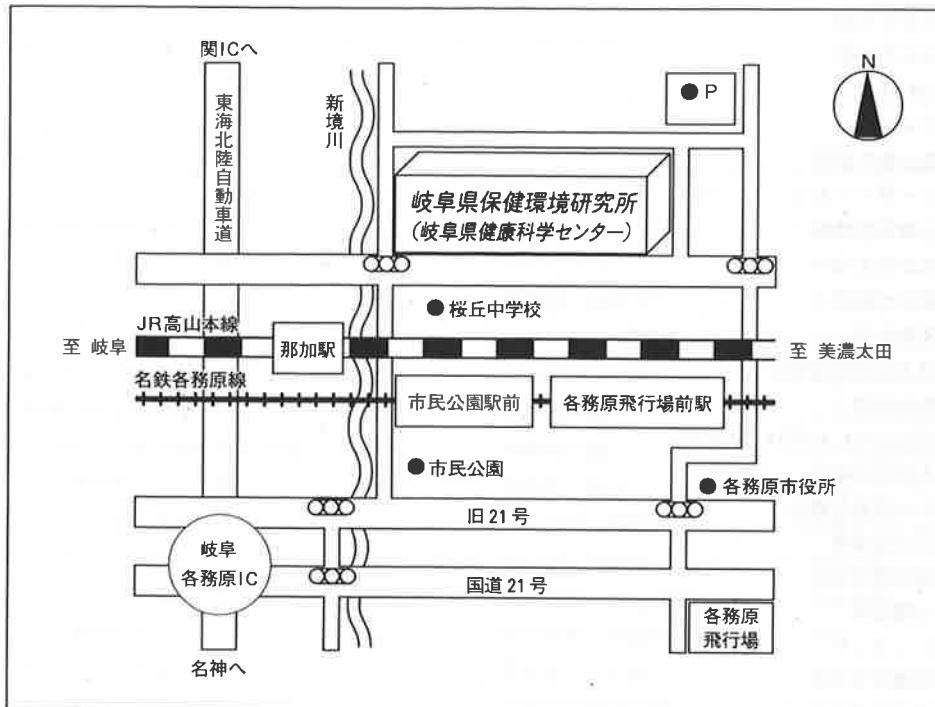
市場品 Palo Mulato とカテキン類のメイラード反応抑制活性について

中西 勤¹, 松浦信康², 稲富由香¹, 邑田裕子¹, 児玉一彦¹, 稲田 昭¹, 生方 信², 飯沼宗和³, 田中稔幸⁴, 邑田 仁⁵, 和田正三⁶, M. A. P. Ferrera⁷ (¹摂南大薬, ²富山県大, ³岐阜薬大, ⁴岐阜県保健環境研究所, ⁵東大理, ⁶都立大理, ⁷UNICACH>)

日本薬学会第123回年会, 2003年3月, 長崎市

所報第11号編集委員

角 田 寛 (委員長)	白 木 康 一
加 藤 好	南 部 敏 博
三 原 利 之	高 原 康 光
野 田 伸 司	西 川 治 光
田 中 稔 幸	



- 岐阜県保健環境研究所へのアクセス
- JR高山本線「那加駅」から徒歩約20分
 - 名鉄各務原線「市民公園前」「各務原飛行場前駅」から徒歩約15分
 - 東海北陸自動車道「岐阜各務原IC」から車で約10分

岐 阜 県 保 健 環 境 研 究 所 報

第11号(平成15年度)

平成15年11月発行

編集発行 岐阜県保健環境研究所
〒504-0838 各務原市那加不動丘1-1
TEL 0583-80-2100(代表) FAX 0583-71-5016
E-mail : hokan@health.rd.pref.gifu.jp
URL : <http://www.rd.pref.gifu.jp/health/>

印 刷 所 山興印刷株式会社 TEL 0583-89-1414

この所報は、資源の有効利用を図るため再生紙を使用しています。