

中枢神経症状を伴う手足口病について

はじめに

手足口病は、1957年に Seddon らによって初めて報告され、我が国では1973年に存在が確認された比較的新しい疾患である。主としてコクサッキーA16型 (CV-A16) 及びエンテロウイルス71型 (EV-71) により引き起こされ、集団発生にもつながる。散発例としては他にコクサッキーA4、A5、A9、A10、B2、及びB5型ウイルスによることもある。症状としては、4～6日の潜伏期の後、発熱、食欲減退、元気がなくなるなどの徴候が出現した後に、喉の痛みと共に口腔粘膜と多くの場合舌にも水疱が出現する。引き続き、主として手の背面（時には、手のひらにも）に有痛性の水疱が出現し、約3分の1の患者では足（足の裏も含む）にもみられる。水疱は直ぐに潰瘍化するが、これら症状は数日の内に自然に治癒する基本的には予後良好な疾患である。

EV-71による場合、無菌性髄膜炎を併発することが知られていたが、1997年以降、脳炎に肺水腫を併発して死亡した症例がマレーシア、台湾、日本で相次いで報告された。ポリオウイルスが地球上から根絶されようとしている現在、次に注目されているエンテロウイルスである。ワクチンはまだ開発されていない。また、EV-71以外のウイルスによる手足口病で中枢神経症状を併発したという報告はない。

臨床症状

他のエンテロウイルスと同様に、EV71に感染しても不顕性に終わることが多い。発症例では、80%が手足口病で、ついで無菌性髄膜炎、ヘルパンギーナ

の順で多い。脳炎に肺水腫を併発した急死例は、1997年以降マレーシア、台湾、及び日本のみで報告されているが、総数としては100例を越す症例が報告されている。臨床的には手足口病あるいは単なる発熱で発症し、3～4日後に急変し、急変後24時間以内に死亡するという激しい経過が特徴である。台湾では129,106名の手足口病及びヘルパンギーナ患者のうち405名(0.3%)が脳炎や急性弛緩性麻痺、それに無菌性髄膜炎のような重篤な症状を示し、78名(重症例の致死率19.3%)が死亡したと報告されている。我が国においてはEV71によるのと同数程度の手足口病がCV-A16によって発生していると考えられることから、EV71による手足口病患者の何%が中枢神経合併症を引き起こしたか、正確なところは今のところ不明である。しかしながら、我が国で手足口病に中枢神経合併症を呈して入院した患者129名の調査(後藤善隆:「エンテロウイルスの重症化機序の臨床的・ウイルス学的解析」平成13年度長崎大学熱帯医学研究所共同利用研究集会会議資料)では、髄膜炎(脳)炎症状、ミオクローヌス、小脳失調、手指振戦、眼球運動障害、意識障害を併発し、MRIにより脳に病変が描出された例が68%、無菌性髄膜炎のみの症状が25%、小脳失調のみの症状が4%、有熱性痙攣のみが3%と報告されている。MRI検査によると、延髄、橋、小脳歯状核、中脳に炎症性と思われる病変が描出され、後遺症を残さず軽快した場合はこの病変も消失する。死亡例は脳炎に肺水腫を併発しているが、心臓や肺にウイルス感染がみられないことから、神経性のものと考えられている。従って、本症の救命には肺水腫の管理が最も重要であると考

えられている。

原因ウイルス

中枢神経症状を伴う手足口病の原因ウイルスである EV-71 はピコルナウイルス科エンテロウイルス属のウイルスで、他の手足口病の原因ウイルスである CV-A10 や CV-A16 と同じヒト A 群エンテロウイルスに分類されている。この群には他にヘルパンギーナの原因ウイルスが属している。

ウイルスは、糞便や咽頭のみでなく水疱からも分離されるが、髄液から分離されることは希である。分離に用いられる細胞は各々の試験研究機関によって異なるが、一般的には RD-18S、HEL（ヒト肺 2 倍体細胞）、Vero 等が用いられる。培養には 1 週間以上を必要とし中和のための感染価を得るためには継代培養が必要となる。エンテロウイルスは抗原変異をおこしやすいことから、中和反応が難しいウイルスが分離される場合がある。そこで、ウイルス遺伝子の塩基配列により型を同定する試みが行なわれている。実際、中枢神経症状を伴う手足口病患者から分離されたウイルスの遺伝子の配列を解析した結果、遺伝子の配列は CV-A16 と最も近縁であったが、今のところ CV-A16 の中枢神経に対する病原性は知られていない。また、構造タンパクをコードする遺伝子の配列の違いで EV-71 はさらに 3 グループ（A、B、及び C 型）に分けられているが、病原性との関連は不明である。2000 年に本県で流行した EV-71 の遺伝子型を調べたところ 2 グループ（B 及び C 型）に分類された。これらは、1997 年及び 98 年にマレーシア及び台湾で流行した株と近縁であったが若干の変異もみられた（図）。EV-71 をカニクイザルの延髄に接種すると弛緩性麻痺、振戦、運動失調などの神経症状を発症することが報告されている（岩崎琢也：「重症エンテロウイルス脳炎の疫学的及びウイルス学的研究並びに臨床的対策に関する研究」平成 12 年

度厚生科学研究報告書）。また、神経症状を呈した手足口病患者の病理組織学的検査により、大脳、小脳、脳幹、延髄にウイルス感染が証明されている。さらには、感染性の cDNA も既に作成されており、病原性を決定する部位を特定する研究が進められている。

疫学

手足口病は、我が国では毎年夏頃に幼児を中心に大なり小なりの流行がみられる疾患である。原因ウイルスである CV-A16、EV-71 のどちらかが流行の主流となるが、両ウイルスや CV-A10 が同時に流行することもあるため、同じ幼児が 1 年に 2 度手足口病を発症する場合もある。EV-71 による無菌性髄膜炎は本ウイルスの発見当初から知られており、我が国においても無菌性髄膜炎患者から EV-71 がしばしば分離されていた。手足口病から脳炎に至り、さらには肺水腫も併発した死亡例が報告されたのは 1997 年が始めてで、マレーシアで 30 名以上、大阪で 3 名の死亡者（1 名から EV-71 を分離）が報告された。さらに翌 98 年には台湾で手足口病が流行し、405 名の重症患者が発生し 55 名の死亡者がでた。99 年には西オーストラリアのパースで EV-71 の流行があり、14 名の重症例があったが死亡者はでなかった。2000 年から 2001 年にかけてもシンガポール、マレーシア、西オーストラリアにおいて脳炎を伴う手足口病の流行が発生している。我が国においては 1997 年の大阪での事例に引き続き、2000 年には手足口病から髄膜炎症状を併発したり脳炎へと重症化する事例が相次ぎ、EV-71 が分離された重症患者 7 名（脳炎 5 名、小脳失調 1 名、心筋炎 1 名）のうち 2 名が死亡している。

2000 年の 5 月から 12 月の流行時に愛知県では 70 名の手足口病患者（25 名は髄膜炎症状を併発）検体を検査し、24 名（16.8%）から EV-71 を分離したが、CV-A16 は分離できなかった。（表 1）。これら髄膜炎

表 1 愛知県の手足口病患者からの EV71 分離成績と遺伝子型（2000 年）

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
検査数	20	19	4	6	2	9	9	1	70
ウイルス分離数	12	6		1	1		2	2	24
遺伝子型									
B	3	4		1	1		2	2	13
C	9	2							11

症状を併発した患者も後遺症を残さず治癒していた。同時期に名古屋大学医学部小児科のグループが愛知県内の病院で調べた結果によると、中枢神経合併症を伴った手足口病患者49名中46名が9月から12月に発生していた。我々が分離株の遺伝子型を調べた結果、9月から12月にかけては愛知県内ではB型のEV71しか検出されていなかったことから、これら患者の原因ウイルスはB型のEV71である可能性が強く示唆された。同年全国的に多発した中枢神経症状を併発した手足口病の原因がB型のEV71によるものであったか否かは不明であるが、兵庫県南西部での中枢神経合併症を伴った手足口病の流行（患者数29名）がB型のEV71であったことが報告されている

(藤本嗣人ら：第49回日本ウイルス学会)。

おわりに

EV-71による脳炎や肺水腫を併発する事例が過去に存在したのか、ウイルスの変異により病原性が変異したのか、さらに研究を加える必要があろう。また、EV-71に感染して手足口病を発症した患者の何割が脳炎等の重症例となるのか、臨床診断とウイルス学的診断を併用した詳細な調査が今後必要と考えられる。

(微生物部：山下照夫)

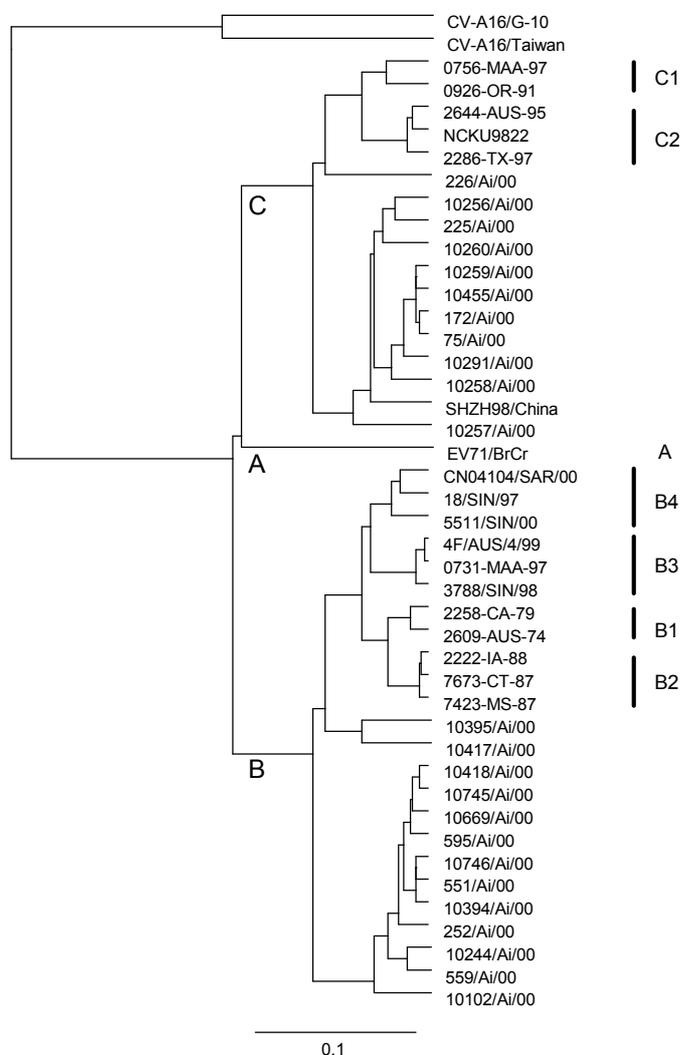


図 愛知県における2000年のEV71分離株(--/Ai/00)と海外流行株のVP1領域337塩基の分子系統樹による比較(UPGMA法)

水道水におけるクリプトスポリジウム暫定対策改正指針に基づく

指標菌（大腸菌、嫌気性芽胞菌）の検査について

はじめに

クリプトスポリジウムは原虫の一種であり、温血動物から排泄された糞便中に含まれる本微生物に汚染された水を飲んだヒトはひどい下痢を起こす。クリプトスポリジウムは、水道法に定められた残留塩素濃度では死滅しないことから、汚染水道水が供給された地域内では患者が多数発生する可能性がある。また、患者の多くは予後良好であるが免疫機能不全者では重症となる場合がある。

国内における水道水のクリプトスポリジウム汚染対策については、平成8年に「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」が旧厚生省より通知され、これに基づき水道事業者、水道用水供給事業者、及び専用水道設置者への指導がなされてきた。その後、専門家で構成された「水道におけるクリプトスポリジウム等病原性微生物対策検討会」において全国の水道水源の調査結果や試験方法について検討が加えられ、同指針は平成10年に改正された。さらに、定期的に開かれた同検討会の議論を受け、水道原水のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれの判断及び予防対策を中心とした再改正が平成13年11月になされた（健水発第100号）。そこで本報では、暫定指針の改正に伴い導入されたクリプトスポリジウム汚染のおそれを判断するための指標菌の検査法について解説を行なう。

指標菌検査の目的

改正指針第1項には改正の趣旨が記載されており、クリプトスポリジウムの指標菌検査を導入した理由は、クリプトスポリジウムの汚染のおそれの判断方法を明確にするためであるとしている。指標菌検査は、大腸菌及び嫌気性芽胞菌の両項目について行ない、いずれかの指標菌が検出された水道原水はクリプトスポリジウムによる汚染のおそれがあると判断される。

この指標菌検査は、①水道の原水から大腸菌群が検出されたことがある場合や、②水道の水源となる表流

水、伏流水、もしくは湧水の取水施設の上流域又は浅井戸の周辺にヒトまたは哺乳動物の糞便を処理する施設等の排出源がある場合に行なうものである。指標菌が検出されたことによりクリプトスポリジウムによる汚染のおそれのある浄水場と判断された場合は、施設の整備、浄水処理の徹底、及び水源対策を講じる必要がある。また指標菌が検出されなかった場合でも、クリプトスポリジウムを除去できる浄水処理を実施していない施設にあつては、水道原水の指標菌の検査を毎月1回以上実施する必要がある。

指標菌検査導入の必要性

クリプトスポリジウムは水環境中ではオーシストと呼ばれる状態で存在することから、水道原水の検査はオーシストを検査すれば足りるものであるが、高価な設備と検査の熟練性が必要とされるとともに手技が煩雑であることから時間も要する。従って、水道の原水の継続的な監視にはオーシスト検査よりも簡便な指標菌検査が有効と考えられている。

大腸菌及び嫌気性芽胞菌が指標菌に選ばれた背景

改正前の指針では、糞便による汚染の指標として、今改正で指標菌とされた大腸菌と嫌気性芽胞菌以外に、糞便性大腸菌群及び糞便性連鎖球菌が有効とされていた。しかしながら、糞便性大腸菌群は必ずしも糞便由来の大腸菌を示すものではないことや、糞便性連鎖球菌はクリプトスポリジウムと有意に相関することが認められたものの、河川水等の原水の流況によりその関係は異なることが報告されている。したがって今回出された改正指針では、糞便汚染の指標としての有効性等の知見を勘案し、温血動物の腸管内の常在菌であり糞便中に多数存在する大腸菌と塩素耐性を有しクリプトスポリジウム等原虫との高い相関が認められている

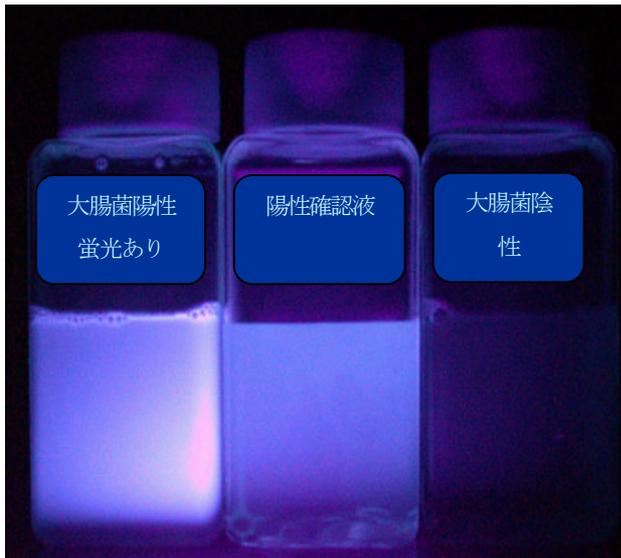


写真1 大腸菌の検出試験例 (XGal-MUG 法)

嫌気性芽胞菌とを指標菌とした。

指標菌の検査方法

大腸菌： 大腸菌の検査方法は比較的簡便であり、よく混和した試料水から分取した検水 50mL を特定酵素基質培地[ONPG-MUG 法(MMO-MUG 培地、IPTG 添加 ONPG-MUG 培地)、XGal-MUG 法 (XGal-MUG 培地、ピルビン酸添加 XGal-MUG 培地)]に加えて培地を完全に溶解した後、 $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ で 24 時間培養した後、366nm の紫外線を照射することによる蛍光の発生を観察し、定性的に確認する。採用する方法により培養時間が異なることもあるので、検査法の詳細は上水試験方法 2001 年版 (社団法人日本水道協会) の記載を参照されたい。市販培地を使用する場合にはさらに添付文書に従って行なう。判定には、陽性確認液により性能確認を行なった紫外線ランプにより紫外線を検体の培養液に照射し、生じた蛍光を陽性確認液のものと比較して判定する必要がある。さらに検査方法が複数指定されていることや培地の種類も豊富であることから、検査した方法や培地を成績に明記することが重要である。当所での XGal-MUG 法 (ピルビン酸添加 XGal-MUG 培地) による試験例を写真 1 に示した。

嫌気性芽胞菌： 嫌気性芽胞菌の検査方法は、ウェルシュ菌芽胞の検査により定性的に確認する。水道原水に用いている環境水中では、嫌気性芽胞菌の多くをウェルシュ菌が占めると考えられることから、嫌気性芽



写真2 ろ過装置

胞菌はウェルシュ菌芽胞を指している。

検水 100mL は予め 75°C で 20 分間加熱処理を行ない、芽胞以外の栄養体を殺滅する。培養方法にはハンドフ
ォード改良培地法、M-CP 寒天培地法、または DR
C 培地法があり、詳細は上水試験方法に示されている。さらに上水試験方法には培養操作としてメンブランフ
ィルター法、疎水格子フィルター法、三重層法、及び
パウチ法の 4 種類が示されているが、検水 100mL を検
査するためにはメンブランフィルター法が適当と思わ

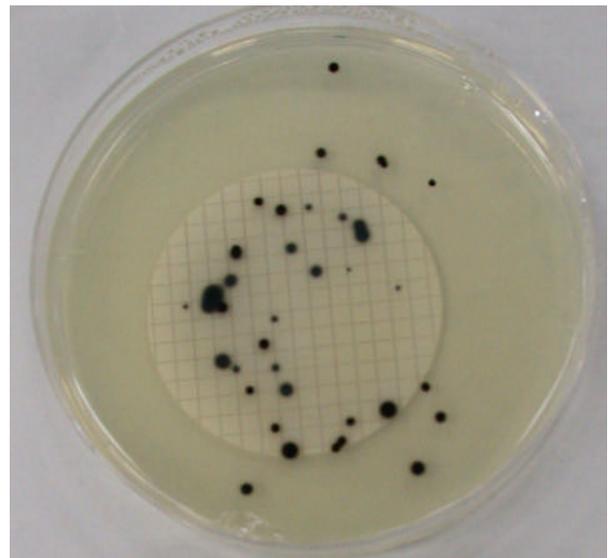


写真3 ウェルシュ菌の発育集落 (メッシュの間隔は 3.1mm)

れる。本報では培地が市販されているハンドフォード改良培地法（培養操作はメンブランフィルター法）による方法を解説する。

図に全体の操作法を、写真2にろ過装置をそれぞれ示した。直径47mm、孔径0.2~0.45 μ mの滅菌済みメンブランフィルターを用いて加熱操作された検水100mLをろ過後、20~30mLの滅菌リン酸塩緩衝液で洗浄操作を2~3回行なう。集菌したフィルターはろ過面を上にして気泡が入らないように標準濃度ハンドフォード改良寒天平板（培地量は5~10mL）に密着させる。これに同じく標準濃度のハンドフォード改良培地約10mLを重ねて固化した後、さらに標準濃度の同培地約5mLを重ねて三重層とする。このシャーレを倒置して、嫌氣的に45 \pm 1 $^{\circ}$ Cで24 \pm 2時間培養する。培養後の寒天平板に直径1mm以上の黒色集落が形成されれば嫌気性芽胞菌陽性と判定する。写真3に培地に発育した黒色集落を示した。写真4には位相差顕微鏡及び芽胞染色で観察したウェルシュ菌とその芽胞を示した。なお、市販されているハンドフォード改良寒天培地はパウチ法に適した濃度（標準濃度の1.67倍）であるので、これを用いる場合は標準濃度に希釈して使用する。培地対照をおくと共に、嫌気状態確認試薬により嫌気状態を確認する必要がある。

あとがき

以上、クリプトスポリジウムの指標菌の検査について概略を示した。平成9年に（財）水道技術研究セン

ターが46都道府県の94水域を対象に実施した「クリプトスポリジウム等の水道水源における動態に関する研究」では、愛知県内の2水域からはクリプトスポリジウムは検出されなかったものの、全国的には30.9%（29/94水域）の水域でクリプトスポリジウム（蛍光検鏡による推定試験）が検出され、うち6水域（全体の6.4%）からは微分干渉検鏡により内部構造を確認できたクリプトスポリジウムが検出されている。

今後、本県においてもクリプトスポリジウム感染症の集団発生が起こる可能性も考慮して、水道水の安全性を確保するための備えを強化しておく必要がある。そのためには改正された指針に従い指標菌を継続的に監視することが非常に重要なことと考えられる。また、仮にクリプトスポリジウムによる水道原水や水道水の汚染、それにヒトの感染事例が探知された場合には、速やかに関係機関と緊密な連絡を取り、迅速・適切な措置をとり健康被害の拡大を防止する必要がある。

参考文献

- 1) 上水試験方法、上水試験方法解説編（社）日本水道協会、2001
- 2) 「0-157等感染に関する研究」厚生科学研究費報告書【クリプトスポリジウム等の水道水源における動態に関する研究報告書】、（財）水道技術研究センター、1997
- 3) 橋本温、平田強他、相模川水系のクリプトスポリ

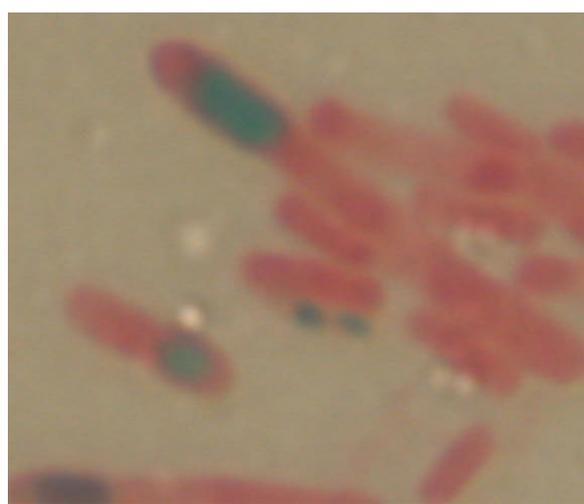
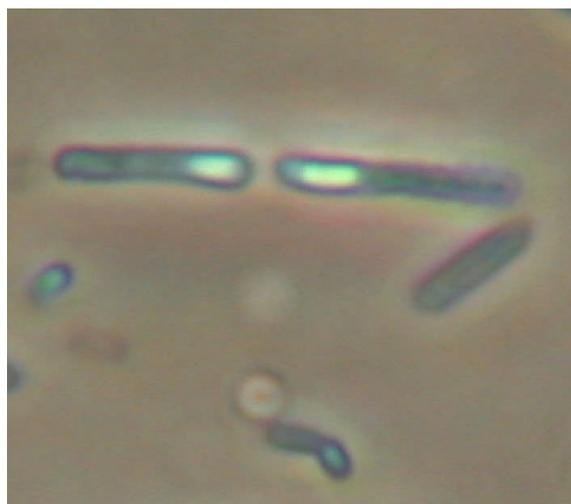


写真4 ウェルシュ菌の菌体と芽胞。左は位相差顕微鏡写真（光っているのが菌体中に出現している芽胞）、右はWirtz法による芽胞染色（菌体は赤色に染色され、芽胞は緑色に染色されている）

愛知県衛生研究所撮影

ジウム及びジアルジア汚染とその汚染指標の検討、
水環境学会誌、22、282-287、1999

- 4) 水道のクリプトスポリジウム対策 暫定対策指針の
解説、厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課監修、
金子光美編、(株)ぎょうせい、1997

厚生労働省関係通知等

- 1) 水道水中のクリプトスポリジウムに関する対策の実
施について 平成13年11月13日 健水発第100号
2) 水道水におけるクリプトスポリジウム検査について

平成13年11月21日 事務連絡

- 3) 水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針等
に関する質疑回答集の送付について
平成14年2月15日 事務連絡

愛知県関係通知

- 1) 愛知県下の水道事業者におけるクリプトスポリジウ
ム対策暫定方針の一部改正について
平成14年3月29日 13生衛第611号
(微生物部 山崎 貢)

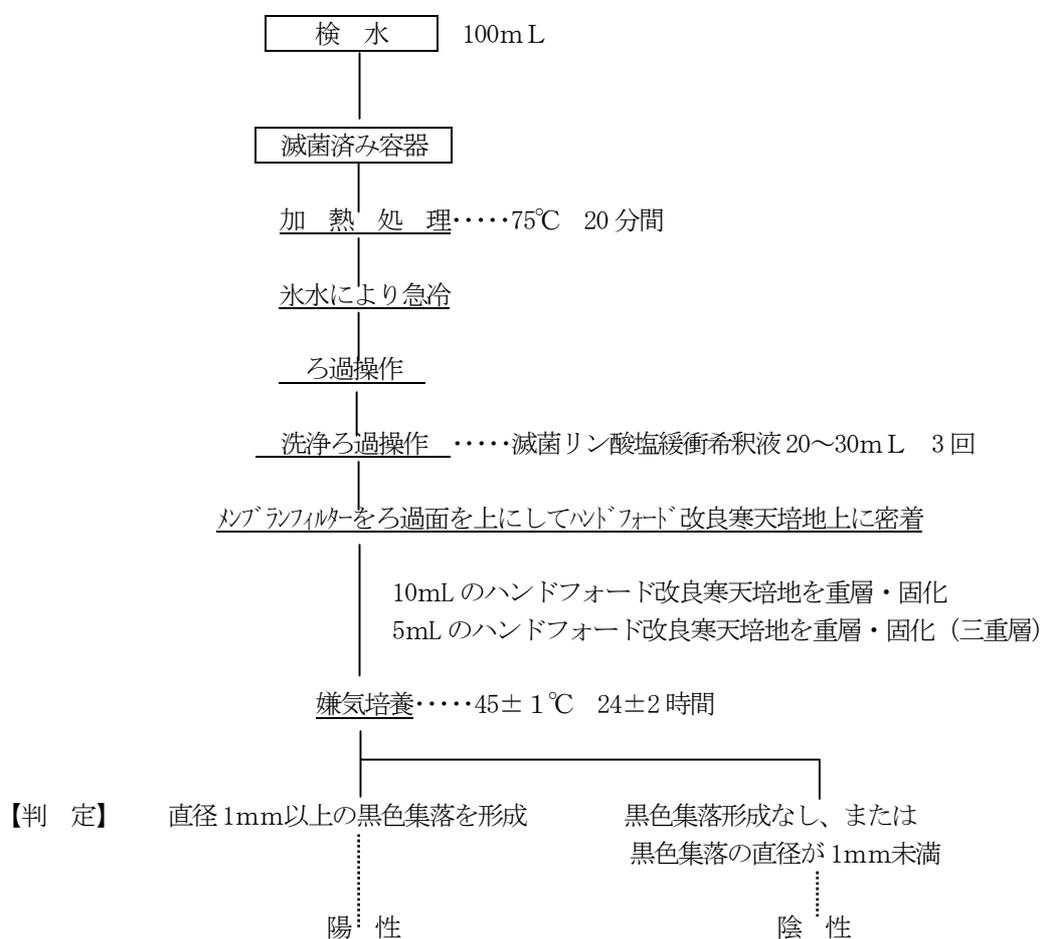


図 ハンドフォード改良培地法（メンブランフィルター法）による嫌気性芽胞菌（ウエルシュ菌芽胞）の検査法

鉛の水道水質基準値の強化と低減対策について

1. はじめに

「水質基準に関する省令（平成4年厚生省令第69号）の一部を改正する省令」（平成14年厚生労働省令第43号）が平成14年3月27日に公布され、水道水の鉛の基準値が現行の0.05mg/Lから0.01mg/Lに引き下げられ、一年後の平成15年4月1日から施行されることとなった。

鉛管は、管内に錆が発生せず、柔軟性に富み屈曲しやすく、加工が容易であることから給水管材料として、近代水道の創設以来、長年使用されてきた。鉛管の使用形態には、図1に示すように、①公道から給水栓まで鉛管を使用している場合、②公道から水量計測用メータ周りまで鉛管を使用している場合、③水量計測用メータ周りのみ鉛管を使用している場合、④水量計測用メータ周りから給水栓まで鉛管を使用している場合の4つのケースが考えられる。昭和30年頃までは、大

部分が①のケースであったが、硬質塩化ビニル管等の新給水管材の普及に伴い、昭和30年代以降は主に②、③のケースのように部分的に使用されるようになった。また、日本の水道水は一般的に硬度が低くpH値も低いため、鉛が鉛管から水道水中に溶出しやすい傾向がある。このため、浄水場の出口や配水施設では鉛が検出されないにもかかわらず、家庭の給水栓水から鉛が検出されることがある。給水栓水から鉛が検出されないようにするためには、根本的には鉛給水管を取り替える以外に解決策はないが、鉛給水管の多くの部分が個人の私有財産であるため、その取り替え費用は所有者自らの負担となることから今なお鉛管が取り替えられることなく使用されているものも多い。（財）水道技術センターの平成11年度の調査によれば、我が国の鉛管残存延長距離は27,467km、鉛管使用世帯数は852万世帯とされている。¹⁾

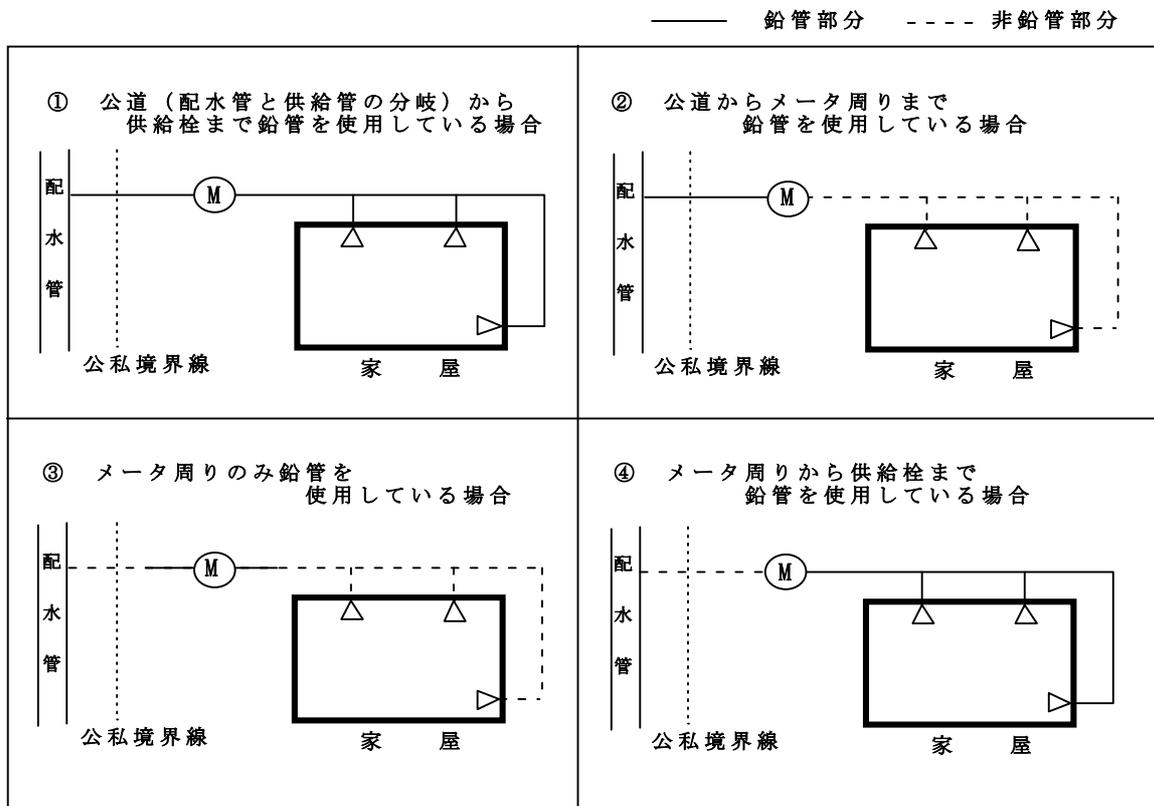


図1 鉛管の使用形態¹⁾

ここでは、鉛に関する水質基準改正の経緯、鉛管を使用している家庭等における給水栓水の新基準値(0.01mg/L)への適合状況、並びにpH調整による鉛溶出の低減対策例について参考資料を基に述べる。

表1 諸外国の鉛の水質基準値

世界保健機構(WHO)	ガイドライン値 : 0.01mg/L	注 1)
米国・環境保護庁 (US.EPA)	アクションレベル(AL) : 0.015mg/L 目標最大許容濃度(MCLG) : 0 mg/L	注 2)
欧州共同体(EU)	基準 : 0.05 mg/L 暫定基準 : 0.025mg/L (2003年12月25日までに達成) 最終基準 : 0.01 mg/L (2013年12月25日までに達成)	
カナダ	最大許容濃度 : 0.01mg/L	

2. 我が国の鉛の水質基準改正の経緯と諸外国の水質基準^{1,2,3)}

昭和33年に「水質基準に関する省令(厚生省令第23号)」が公布され、水道水の鉛の基準値が0.1ppmと定められ、法的規制力をもつようになった。

昭和53年に公布された「水質基準に関する省令(厚生省令第56号)」においても、鉛の基準値は前省令と同じ濃度である0.1mg/L以下が引き継がれた(ppmをmg/Lに変更)。

平成4年に公布された「水質基準に関する省令(厚生省令第69号)」では、鉛の基準値が0.1mg/L以下から0.05mg/Lに強化された。更にこのとき、厚生省生活衛生局水道環境部長通知(平成4年12月21日衛水第264号)で、鉛の蓄積性についての水質専門委員会の指摘を踏まえて、おおむね10年後の長期的目標を0.01mg/L以下と設定することが示された。

平成14年3月に公布された「水質基準に関する省令(平成14年厚生省令第69号)の一部を改正する省令(平成14年厚生労働省令第43号)」により、現行の0.05mg/Lから0.01mg/Lに引き下げられ、平成15年4月1日から施行されることとなった。

このように、水道水の鉛の基準値はしだいに低濃度に設定されてきたが、今回、将来にわたる乳幼児の健康に配慮したWHO飲料水ガイドライン値と同じ

0.01mg/L以下に規制されることとなった。

諸外国の鉛の水質基準を表1に示す。

注1) 食品添加物に関するFAO/WHO合同専門委員会(JECFA)は、乳幼児と子供のための暫定週受認摂取量(PTWI)を、鉛は蓄積性毒物であり、鉛の体内負荷の増加は避けるべきであるとの観点から、25μg/kg体重/週(3.5μg/kg体重/日に相当)と定めた。

鉛の許容摂取量を3.5μg/kg体重/日として、1日に

0.75Lの飲料水を消費する体重5kgの人工栄養の乳児について、飲料水からの鉛摂取量を50%と仮定すると、ガイドライン値は0.01mg/L(0.0117mg/Lを丸めた値)となる。JECFAはこの値を、乳幼児のみでなくすべての年齢層においても安全を見越した値として適用できるものとしている。

注2) アクションレベル(AL) : 定められた採水方法(6時間静置後の開栓直後の水を1L採水する。開栓直後の水を採水できない場合は鉛管距離の長い管を選定して1L採水)に基づき測定したサンプルの90%値が0.015mg/Lを超過したときは、腐食防止等の対策を講じなければならない。

目標最大許容濃度(MCLG) : 理想的な水質目標であることから法的強制力はない。

3. 鉛管使用給水栓水の鉛濃度の実態調査結果

(1) 厚生省給水管衛生問題検討会の調査報告書[平成元年]^{1,4)}

昭和63年に厚生省が、名古屋市を含む全国主要都市の14水道事業者について、鉛管を使用している家庭等の給水栓544箇所について調査した結果、新しい鉛に関する水質基準値0.01mg/L以下を満たす家庭の割合は、開栓初期の水で63.8%、その後の流水では93.0%であった。

(2) 日本水道協会の調査報告書[平成4年]¹⁾

表2 東京都水道局の水質調査結果^{1,5)}

鉛給水管使用延長 グループ	調査 件数	朝一番の水		10L 流した後の水	
		0.01mg/L以下	0.01mg/L超	0.01mg/L以下	0.01mg/L超
1m 以下	47	87%	13%	100%	0%
1m を超え 3m 以下	80	81%	19%	100%	0%
3m を超え 6m 以下	91	65%	35%	93%	7%
6m を超える	93	60%	40%	78%	22%

日本水道協会が、全国の水道事業者から任意に選択した愛知県豊橋市を含む18事業者の水質年報を用いて季節毎の個別データを調査したところ、鉛管を使用している給水栓の流出水中の鉛濃度は、新基準値0.01mg/L以下を満たすものが94.5% (1063/1125件)であった。また、年平均値を年報に報告している名古屋市を含む21事業者の報告では、0.01mg/L以下のものは370件のうち349件(94.3%)であった。

一方、停滞水及び流水について調査した名古屋市を含む15事業者の実態調査(571件)では、新基準値を満たすものの割合は、停滞水で62.5%、流水で91.6%であった。

(3) 東京都水道局の水質調査結果^{1,5)}

東京都水道局では平成13年6月～7月に、鉛給水管を使用している家庭(311件)を対象として、朝一番の水<停滞水>2L、及び、その後8L(計10L)を流した後の水<流水>2Lを採水して、鉛濃度を調査した。

その結果、表2に示す様に、停滞水では鉛給水管の長さが1m以下の家庭を含め全てのグループで新基準値0.01mg/Lに適合しないものが13%から40%存在し、その割合は、鉛給水管の長さが長いほど高くなっていた。

また、流水についても、使用延長が3mを超えると新基準値を超えるものが出現し、使用延長が6mを超える家庭では、その22%で新基準値を超える鉛が検出された。

(4) 横浜市水道局の水質調査結果^{1,6,7)}

横浜市水道局では、平成12年7～8月に、鉛管延長3m以下(105件)、3.1～6.9m(100件)、7.0m以上(94件)のグループに分けて流水中の、同年11～12月には、同一のグループに分けて(それぞれ、103件、99件、87件)、停滞水(早朝など使用開始の水5Lを採水)中の鉛濃度を調査した。

その結果、流水中の鉛濃度は全検体で新基準値である0.01mg/Lを下回っていたが、停滞水では5.5%(16/289件)が新基準値を超過しており、その内訳は鉛管延長3m以下で1.9%(2/103)、3.1～6.9mで7.1%(7/99)、7.0m以上で8.0%(7/87)であった。

(5) 川崎市水道局の水質調査結果⁸⁾

川崎市水道局は平成13年7月3日～4日に、鉛給水管を使用している家庭122件を対象として、停滞水(給水栓から鉛給水管に達するまでの水を除いた鉛給水管部内に一晩停滞していた水)500mlと流水(通常で使用している状態の水)500mlを採水し、これらの水道水に含まれる鉛濃度の調査を実施した。

その結果、流水については122件すべてが新基準値0.01mg/L以下であったが、停滞水については新基準値を超えるものが9.0%(11/122)存在した。

(6) 神奈川県企業庁水道局の水質調査結果⁹⁾

神奈川県企業庁水道局は平成13年8月～12月に、鉛管使用延長2.0m未満(86件)、2.0m以上～3.0m未満(72件)、3.0m以上～7.0m未満(100件)、7.0m以上(86件)の4グループに分けて、流水(停滞水を流した後の通常で使用している状態の水)及び停滞水(給水管に停

滞した朝一番等の水) の鉛濃度を調査した。

流水については、使用延長 7.0m 以上の 1 件が新基準値 0.01mg/L を超過していた以外、残り 343 件 (99.7%) で新基準値に適合していた。一方、停滞水では、鉛管使用延長 3m 未満では新基準値を超過するものはなかったが、3.0m 以上～7.0m 未満で 11.0% (11/100)、7.0m 以上では 38.4% (33/86)、全体としては 12.8% (44/344) が新基準値を超過していた。

以上のように、全国各地の水道事業者における検査結果の集計および個別調査の結果から、流水 (通常の使用状態の水道水) 中の鉛濃度は新基準値 0.01mg/L を超えるものは非常に少なかったものの、停滞水、すなわち開栓初期の水道水 (朝一番の水など鉛管内に停滞していた水道水) では新基準値を超えるものが少なからず存在し、特に、鉛管使用延長の長い場合には新基準値を超過する割合の高いことがわかった。したがって、停滞後の開栓初期の水道水については飲用以外に使用するように、利用者にその旨を広報等で周知する必要があると考えられる。

4. pH 調整による鉛溶出低減調査

(1) pH 値と鉛管からの鉛の溶出の関係 (大阪市水道局) ¹⁰⁾

大阪市水道局では実験プラントを試作して、水道水の pH 値と鉛水道管からの鉛の溶出の関係を調査した。調査には、実際に 2 年間使用した後の管径 13mm、管長 8m の鉛管を用い、その中に水酸化ナトリウムで各種の pH 値に調整した浄水を流量 2L/分で連続通水し、流水中の鉛濃度を測定し、鉛水道管からの鉛の溶出濃度を検討した。

その結果は図 2 に示すように、pH 値が高くなるに従

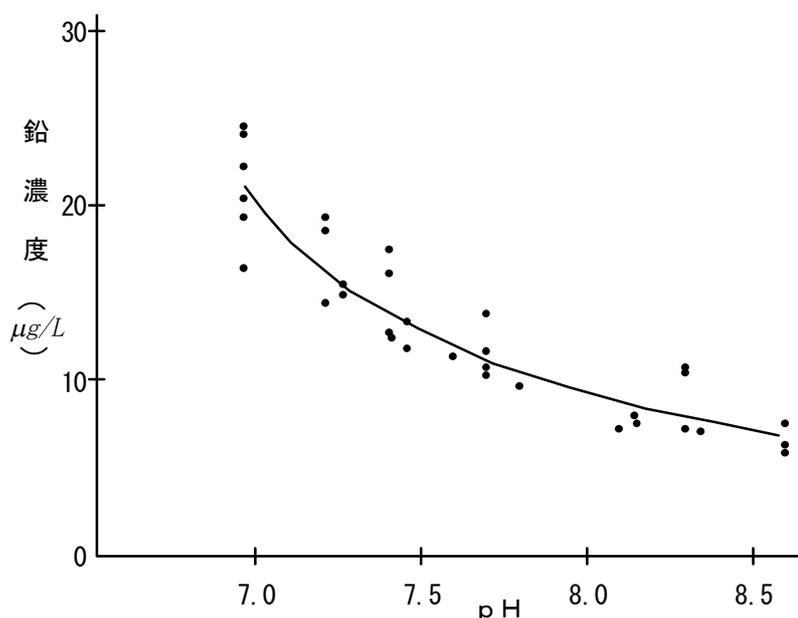


図 2 pH 値と溶出鉛濃度 ¹⁰⁾

い鉛の溶出量は減少し、pH 値が鉛溶出の重要な因子であることが判明した。また、このグラフから、浄水の pH 値を 7.0 程度から 7.5 (快適水質項目の pH 値の目標値) に上昇させることにより、鉛の溶出量が約 40% も減少することが明らかとなった。

(2) pH 調整による給水栓水の鉛溶出低減調査 (大阪市水道局) ¹¹⁾

大阪市では平成 5 年 7 月 20 日以降、浄水場出口での pH 値を 7.0 から水酸化ナトリウムを添加することにより 7.5 に上げて給水している。この配水時の pH 値調節に関連して、大阪市水道局では、給水管に鉛管を使用している家庭の給水栓 13 箇所を選定して、停滞水 (朝一番の開栓直後の水) 及び流水 (停滞水を採水後、約 10L 程度放流した後の水) 中の鉛濃度を、平成 5 年 6 月～6 年 7 月 (pH 調整開始前に 2 回、及び pH 調整開始後 1、3、6、12 ヶ月後の 4 回) に調査した。

結果を表 3 に整理して示した。停滞水については、pH 調整開始前 (n=26) の鉛濃度は平均値 0.064mg/L (最大 0.212～最小 0.007mg/L)、調整後の全期間 (n=51、12 ヶ月後のデータ 1 ヶ欠落) の平均値は 0.025mg/L (最大 0.108～最小 0.000mg/L) と、停滞水中の鉛の濃度は pH 調整により 61% も低下した。また、鉛の新基準値

0.01mg/L を満たすものの割合は、pH 調整前は 12%(3/26)であったものが、調整後は 31%(16/51)と、約 2.5 倍に増加した。

一方、流水中の鉛濃度も、pH 調整前(n=26)は平均値 0.020mg/L (最大 0.046～最小 0.003mg/L) であったものが、調整後の全期間(n=51)の平均値は 0.009mg/L (最大 0.027～最小 0.000mg/L) と、停滞水中における減少とほぼ同程度の 55%低下した。また、新基準値を満た

される。給水栓水の鉛濃度を基準値以下に常時管理するためには、鉛管を取り替える以外に根本的な解決策はない。しかし、鉛給水管の大部分が個人の私有財産であることから取り替えはあまり進んでいないのが現状である。鉛給水管の取り替えが完了するまでの暫定的な対策としては、すでに厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課長通知(平成元年 6 月 27 日付け 衛水第 177 号)にも示されているように、浄水場から配水する

表 3 pH 調整による給水栓水の鉛溶出低減調査(大阪市水道局)¹⁾ (mg/L)

		pH 調製前(2回の測定)	pH 調製後				
			1ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	12ヶ月	全期間
n		26	13	13	13	12 注)	51
停滞水	平均値	0.064	0.023	0.023	0.026	0.027	0.025
	最大値	0.212	0.059	0.075	0.108	0.062	0.108
	最小値	0.007	0.000	0.002	0.000	0.007	0.000
流水	平均値	0.020	0.010	0.010	0.005	0.010	0.009
	最大値	0.046	0.027	0.025	0.025	0.024	0.027
	最小値	0.003	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000

注) 家屋改築のため 1 家庭で採水不能

すものの割合は、pH 調整前には 31%(8/26)に過ぎなかったものが、調整後は 65%(33 件/51 件)と 2 倍以上に増加した。

これらの報告では、浄水中の pH 値を 7.0 から 7.5(快適水質項目の pH 値の目標値)に調整することにより、鉛水道管からの鉛の溶出を低減できたこと、また、実際に浄水場において pH 値を 7.0 から水酸化ナトリウムの添加により 7.5 に調整した後に配水することにより、給水栓水中の鉛濃度が 50%以上も減少することが示されている。

5. おわりに

鉛の水道水質基準が 0.05mg/L から 0.01mg/L に強化され、平成 15 年 4 月 1 日から施行されることとなった。鉛管を使用している家庭等の給水栓水では、使用状況によっては新基準値を超過する場合もあるものと推察

水道水の pH 値を調整することにより鉛の溶出を抑える方法の採用や、停滞していた開栓初期の水を飲用以外に使用するように広報活動により周知することが当面の有効な手段と考えられる。

参考資料

- 1) 日本水道協会：鉛問題対策特別調査委員会報告書、平成 13 年 9 月
- 2) 眞柄泰基、金子光美(監訳)：WHO 飲料水ガイドライン(第 2 版)－第 2 巻 健康クライテリアと関連情報(日本語版)一、日本水道協会、1998
- 3) 日本水道協会：上水試験方法解説編 2001 年版、2001
- 4) 給水管衛生問題検討会：給水管等における衛生対策について－開栓初期の水における鉛の溶出問題について一、水道協会雑誌、58(8)、56-61、1988

- 5) 東京都水道局：鉛製給水管の使用状況及び水質調査結果について、
(<http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/press195.htm>)
- 6) 横浜市水道局：水質実態調査の結果について、
(<http://www.city.yokohama.jp/me/suidou/ja/j12/suishitujittai.html>)
- 7) 佐野 進：横浜市の鉛溶出実態調査とその対策、水、43(15)、18-23、2001
- 8) 川崎市水道局：水道水中に含まれる鉛濃度の実態調査結果（流水及び停滞水）、
(<http://www.city.kawasaki.jp/80/80syomu/home/water/chousakekka.htm>)
- 9) 神奈川県企業庁水道局：鉛製給水管に関する鉛濃度の実態調査について、
(<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/kigyokeiei/namarikan.htm>)
- 10) 上口浩幸：鉛管からの鉛の溶出と水質要因、大阪市水道局水質試験所調査研究ならびに試験成績、第41集、85-90、1989
- 11) 大阪市水道局柴島試験室：pHコントロールに伴う市内給水栓水実態調査 鉛溶出の低減効果について、大阪市水道局水質試験所調査研究ならびに試験成績、第45集、9-12、1993

(生活科学部 富田伴一)

愛知衛研技術情報 第26巻 第2号 平成14(2002)年6月1日

照会・連絡先 愛知県衛生研究所

〒462-8576 名古屋市北区辻町字流7番6号 FAX：052-913-3641

愛知県衛生研究所のホームページ [【http://www.pref.aichi.jp/eiseiken](http://www.pref.aichi.jp/eiseiken)

平成13年5月よりダイヤルインとなりました。

所 長 室：052-910-5604	毒性部・毒性病理科：052-910-5654
次 長：052-910-5683	毒性部・毒性化学科：052-910-5664
研 究 監：052-910-5684	化学部・生活化学科：052-910-5638
総 務 課：052-910-5618	化学部・環境化学科：052-910-5639
企 画 情 報 部：052-910-5619	化学部・薬品化学科：052-910-5629
微生物部・細菌：052-910-5669	生活科学部・水質科：052-910-5643
微生物部・ウイルス：052-910-5674	生活科学部・環境物理科：052-910-5644

FAX：052-913-3641(変更ありません)

Vol.24-No.3 より、愛知県衛生研究所ホームページに掲載しております。