

公衛研ニュース

大阪府立公衆衛生研究所

No 34

平成19年8月

も く じ

- 結核菌の多剤耐性について 1
- 生活排水処理系汚泥のコンポスト化について 3



結核菌の多剤耐性について

2007年の5月にアメリカで超多剤耐性結核に罹患した男性が44年ぶりに強制隔離されたことなど、最近、多剤耐性結核菌や超多剤耐性結核菌についての報道が増えています。

1. 多剤耐性結核菌、超多剤耐性結核菌とは

現在の結核の標準的な治療は、抗結核薬のうち2～4剤を使った6ヶ月間の多剤併用療法です。標準療法に使用される抗結核薬のうちリファンピシンとイソニアジドがもっとも強い抗結核作用を持っているので、これら二剤に耐性を持つ結核菌を多剤耐性結核菌と呼びます。多剤耐性結核に罹ると化学療法による治癒が非常に困難になります。日本の結核全体の治癒率は80%以上ですが、多剤耐性結核では外科療法した例を含めても治癒率は50%程度になります。また、多剤耐性結核菌のうち、その治療に用いられるニューキノロン系抗生剤（フルオロキノロン、レボフロキサシンなど）の1種類以上に耐性、かつ注射可能な抗結核薬（カナマイシン、アミカシン、カプレオマイシン）の1種類以上に耐性のある菌を超多剤耐性結核菌と呼びます。超多剤耐性結核は化学療法が事実上不可能となり、治癒率は30%程度になってしまいます。

2. 多剤耐性結核や超多剤耐性結核はなぜ起こるのか

結核菌の薬剤耐性は、染色体遺伝子の突然変異により一定の率で発生します。結核を一剤だけで治療すると、図1のようにその薬剤に耐性な菌が増殖してしまいます。続けて他の薬剤を一剤だけ使って治療すると、さらに多くの薬剤に耐性な菌が発生してしまいます。このような不適切な治療が多剤耐性結核菌を作り出します。また、治療の方法が正しくても結核菌の薬剤感受性を無視した化学療法を行うと、多剤耐性菌が発生してしまいます。化学療法や使用薬剤の選択が適切でも、きちんと6ヶ月の服用をせずに投薬を中断してしまうと、生き残っている耐性菌が増殖し多剤耐性菌発生の元となります。

*1 CDC (Centers for Disease Control and Prevention)

疾病予防管理センター
ジョージア州アトランタにある米国保健社会福祉省所管の感染症対策の総合研究所。本センターより勧告される文書は、大きな影響力をもつ。

*2 WHO (World Health Organization)

世界保健 機関

健康を人間の基本的人権の一つと捉え、その達成を目的として設立された国連の専門機関で、現在192ヶ国が加盟。

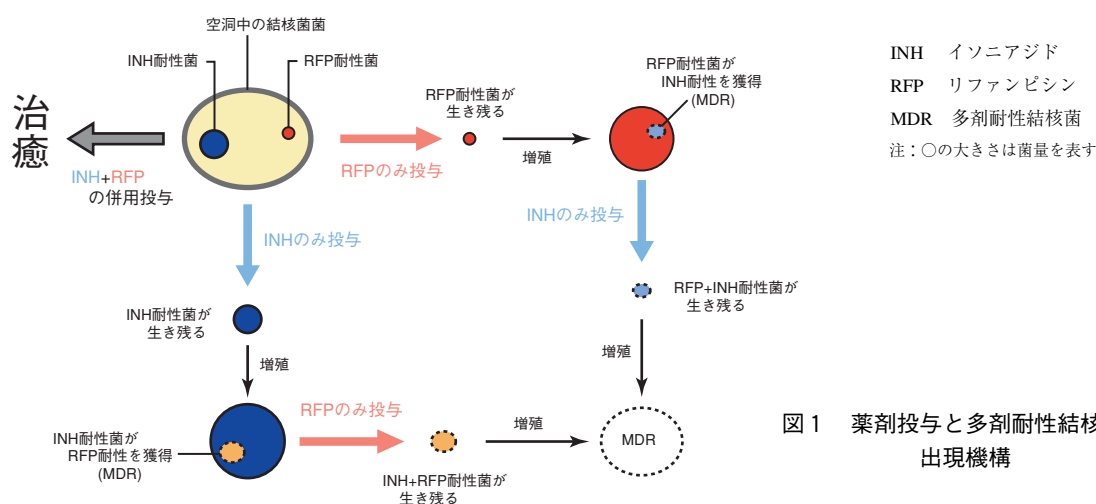


図1 薬剤投与と多剤耐性結核菌の出現機構

3. 日本に多剤耐性結核菌や超多剤耐性結核菌はあるのか

2006年にCDC*1とWHO*2が発表した世界中の多剤耐性結核菌、超多剤耐性結核菌の調査結果が表1です。WHOは超多剤耐性結核菌が日本を含む28カ国で確認されたと報告しています。日本では、結核療法研究協議会が2002年に全国の結核治療施設から集めた3122株の結核菌について調査したところ、多剤耐性結核菌が51株（1.6%）、超多剤耐性結核菌が17株（0.5%）検出されました。この割合から計算すると、日本では年間に約70名の超多剤耐性結核患者が発生していることになります。当研究所で2000～2006年に薬剤感受性試験を実施した638株中、22株（3.4%）が多剤耐性結核菌でした。

4. 多剤耐性結核菌や超多剤耐性結核菌は感染するのか

かつては、多剤耐性結核菌は薬剤感受性結核菌より増殖力が弱く、ヒトからヒトへ感染しないと考えられていました。しかし、近年、結核菌の遺伝子型別法が進歩し、多剤耐性結核菌も感染することが証明されています。日本では、ある結核療養所で一人の患者から

5名に多剤耐性結核菌が感染した事例が報告されています。また、当研究所で調査した事例のなかにも多剤耐性結核の家族内集団発生が見られました。

5. 多剤耐性結核菌や超多剤耐性結核菌を増やさないために

多剤耐性結核や超多剤耐性結核は不適切な治療や治療の中断によって発生しますので、直接服薬支援などにより、治療の中断をなくして耐性菌の発生を防ぐことが重要な対策となります。また、薬剤感受性試験に基づいた適切な化学療法を徹底することが大切です。さらに、サーベイランス調査、遺伝子型別による感染源調査など新たな対策による多剤耐性結核菌・超多剤耐性結核菌の監視や感染拡大の防止が必要です。個人レベルの対策としては、薬剤感受性結核も多剤耐性結核も早期発見・早期治療が治療に繋がりますので、咳や微熱が二週間以上続く場合は、医療機関を受診するようにしてください。現在、多剤耐性結核・超多剤耐性結核にも有効と思われる新しい抗結核薬が臨床試験段階に入っています。今後、多剤耐性結核や超多剤耐性結核の有効な化学療法も可能になるかもしれません。

感染症部細菌課 田丸 亜貴

表1 世界の多剤耐性結核、超多剤耐性結核の頻度（2000～2004）

地 域	総検査菌株数	多剤耐性結核	超多剤耐性結核
先進国	2,499	821(22)*	53(2.1)
中央、南アメリカ	985	543(55)	32(3.2)
東ヨーロッパ、西アジア	1,153	406(35)	55(4.8)
アフリカ、東地中海	665	156(23)	1(0.2)
アジア（韓国を除く）	391	274(70)	4(1.0)
韓国**	11,939	1,299(11)	200(1.7)

MMWR. 55.301-305, 2006より

* 総検査菌株数に対する%

** 韓国では国内の全結核の薬剤感受性を調査しているため他の地域と別に掲載



生活排水処理系汚泥の コンポスト化について

近年、生活排水処理の最終的な産物である汚泥の発生量は、核家族化の進行、生活水準の向上、排水処理の高度化の推進に伴い著しく増加しています。

これらの汚泥の処分方法としては、再資源として緑農地へ還元する堆肥（コンポスト）化が以前より行われてきました。しかし、現在、主として行われている焼却、埋立て処分について、排水処理施設の多くはエネルギー消費、環境負荷等の面において不満があるにもかかわらず、コンポスト化に対し慎重に臨んでいるのが現状です。これは、製造されたコンポストに対する重金属・病原微生物汚染による安全性への懸念と需給バランス維持への不安が主な要因であると考えられています。今後、コンポストの需要量を増大させ、コンポスト化をスムーズに実施していくためには、これらの課題に対処することが重要と考えられます。

1. 重金属汚染への対応

排水処理系汚泥コンポストの品質については、肥料取締法において普通肥料として重金属等の規格が定められています（表1）。そのうち、水銀について大阪府内の8ヶ所のし尿処理場より排出される汚泥中の平均濃度は1.97mg/kgと基準値（2mg/kg）に近い値になっています。これは、海産物を多く摂取する国民性に由来しているものと考えられています。また、汚泥中の水銀濃度と排水処理量当りの汚泥発生量との相関をみると（図1）、嫌気性消化等の汚泥発生量を減少させる

処理方法を採用している施設において、水銀濃度が高くなる傾向がみられました。これは、汚泥発生量は減少するものの水銀が有機性のイオウ化合物等と結合し、汚泥内に蓄積していくためと考えられます。そのため、最近でも排水処理系汚泥で製造されたコンポスト中の水銀濃度が基準値を超え、肥料取締法に基づき摘発がなされ問題となっています。

汚泥中の水銀濃度の低減化策としては、

- ① 汚泥の発生量は少々増加するが汚泥滞留時間が短く、水銀が汚泥に蓄積しにくい処理方法へ変更する
 - ② 水銀濃度の低いウッドチップ等の副資材を添加してコンポストを製造する
- のが実用的な方法であると考えられます。

2. 病原微生物汚染への対応

昨今、わが国ではO157やクリプトスポリジウムのような新興の消化器系感染症が各地で集団発生し、社会的に大きな問題となっています。しかし、前述の普通肥料の規格において、コンポスト中の微生物に対してなんら規制がないのが現状です。寄生原虫であるクリプトスポリジウムはオーシストの形態で存在し、各種消毒剤等に対し強い抵抗性を示すうえに、通常の土壌中では約6ヶ月間生存するとされています。クリプトスポリジウムによる汚染は、近年、畜産系のみならず生活系排水による可能性も指摘されています。そのため、これらに汚染された汚泥が未処理のまま緑農地

表1 肥料取締法による普通肥料の重金属類の公定規格

項 目	含有を許される 有害成分の最大量
ヒ 素	50
カドミウム	5
水 銀	2
ニッケル	300
クロム	500
鉛	100

単位：mg/kg

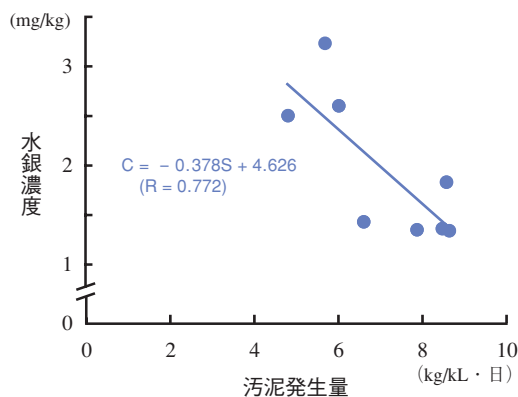


図1 汚泥発生量と水銀濃度の関係

表2 病原微生物の不活化条件

微生物名	不活化条件	
	温度 (℃)	時間 (分)
クリプト スポリジウム*	60	30
回虫卵	60	15~20
チフス菌	55~60	30
サルモネラ菌	60	15
赤痢菌	55	60
大腸菌	60	15~20
ブドウ球菌	50	10
連鎖球菌	54	10
結核菌	66	15~20

Golueke, 1977, *遠藤ら

へ施用されると、土壌を介して栽培作物や環境水等を汚染するだけでなく、高齢者の多い農業従事者の安全性確保の面からも重大な問題になりかねません。しかし、クリプトスポリジウムをはじめとする一般的な病原微生物は、熱に対して比較的感受性が高く、60℃、1時間程度でほとんど不活化されます（表2）。そのため、コンポストの安全性を確保するためには、処理温度を60℃以上に保つことが必須条件になるものと考えられます。

しかし、近年のし尿処理施設においては、一度排水処理を経て発酵エネルギーの低下した浄化槽汚泥の投入割合が年々上昇する傾向にあり、汚泥を発酵させるだけで60℃に達することが困難な状況になっています。そのため、安全性を確保するためには、強制的に加熱を行ってでも処理温度の条件を満たすことが重要になると考えられます。

3. 需給バランス確保への取組み

コンポストの大量需要が期待される農業においては、近年、化学肥料や農薬の投入量増加により、地力低下や環境汚染が深刻な問題となっており、環境負荷に配慮した環境保全型農業の確立を目指し行政指導が

行われています。そのため、以前とは異なり、社会的にも排水処理系汚泥コンポストを受け入れるための体制が整いつつあります。しかし、農家において肥料等の購入は、農協等の確立されたルートを通じて行われているのがほとんどで、いくら有用性が認識されても、流通ルートが形成されていなければ需要量の増加は望めません。さらに、高齢化社会をむかえるにあたり、施用量の多いコンポストを利用してもらうためには、直接、緑農地まで搬入するシステムの構築が必要になるものと考えられます。

また、最近では家庭菜園・園芸が盛んに行われるようになり、一般家庭での需要もかなり見込まれるため、近隣地域での広報・啓発活動が重要となっています。

コンポスト施設をスムーズに運営するためには、前述のようにコンポストの品質保証、安全性確保により信頼性を向上させることが重要なことはいうまでもありません。しかし、このようなハード面に関する課題より、上記の供給方法・ルートの開拓・確保等を含めたソフト面に関する課題の解決には、多方向性が求められ大きな労力を必要とします。

現在、わが国の食糧自給率等を考慮すると、特に緑農地の少ない都市圏では、排水処理施設から排出される汚泥の全量を施用することが不可能なのは明白です。しかし、近隣地域だけで十分に利用可能な汚泥発生量であるにもかかわらず、安全性への懸念を方便としてコンポスト化に消極的な施設においては、ソフト面に対する労力を惜しむ姿勢が多く見受けられるのが現状です。今後、このような地域の施設においては、排水処理系汚泥の処理・処分の現況や農業の抱える諸問題を念頭にいれ、「汚泥再生資源センター」としてコンポスト化も可能な施設の設立とスムーズな運営を目指し、関連する行政担当者も含め一層の尽力が切望されます。

企画総務部企画調整課 足立 伸一

発行者 所長 織田 肇

編集 田口修三、川津健太郎、木村明生

沢辺善之、奥村早代子、東恵美子

事務局 赤阪 進、渋谷博昭（内線 297）

大阪府立公衆衛生研究所

〒537-0025 大阪市東成区中道 1-3-69

TEL 06-6972-1321 FAX 06-6972-2393

ホームページ <http://www.iph.pref.osaka.jp/>

♪ 本号及び既刊の公衛研ニュースは当所のホームページに掲載しています。♪