

2016 年研究集会 「医療と下水道」 議事概要

NP021 世紀水倶楽部主催の研究集会「医療と下水道」が平成 28 年 7 月 8 日に JR 東京駅近くの「あすか会議室」で開催された。参加者は 48 名であった。ここではその講演と総合討論の概要を述べる。

1 原田優氏講演概要 「医療廃棄物の適正処理」

産業廃棄物の世界は排出事業者と処理業者の二つに分かれ、「排出事業者の責務」というのは義務感であるように思っていたが、よく考えてみると自分達を守るためにあり、廃棄物が不法投棄にならないようにするためのものである。

特別管理産業廃棄物である感染性廃棄物（図-1）は医療関係機関等（病院・診療所、介護老人保護施設、動物の診療施設、試験研究機関等）から排出される廃棄物である。感染性廃棄物と非感染性廃棄物に分けられるが、感染性廃棄物については適正処理マニュアルができていて特別管理産業廃棄物管理責任者の資格取得が法で規定されており、この講習会もある。しかし、医師等（医師、薬剤師、獣医師、看護師等）は講習会を受けなくても管理資格者になれることから、残

図-1 感染性廃棄物とそれ以外の特別管理産業廃棄物

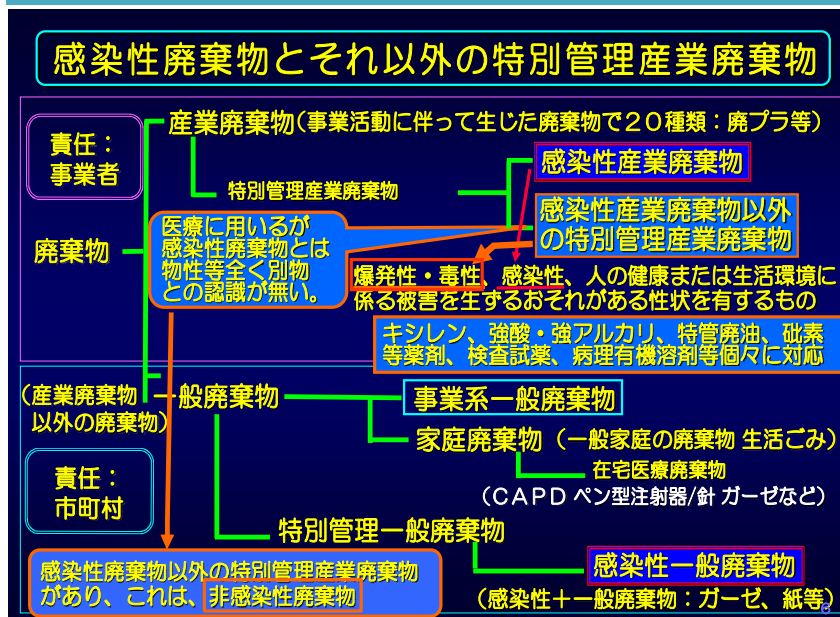
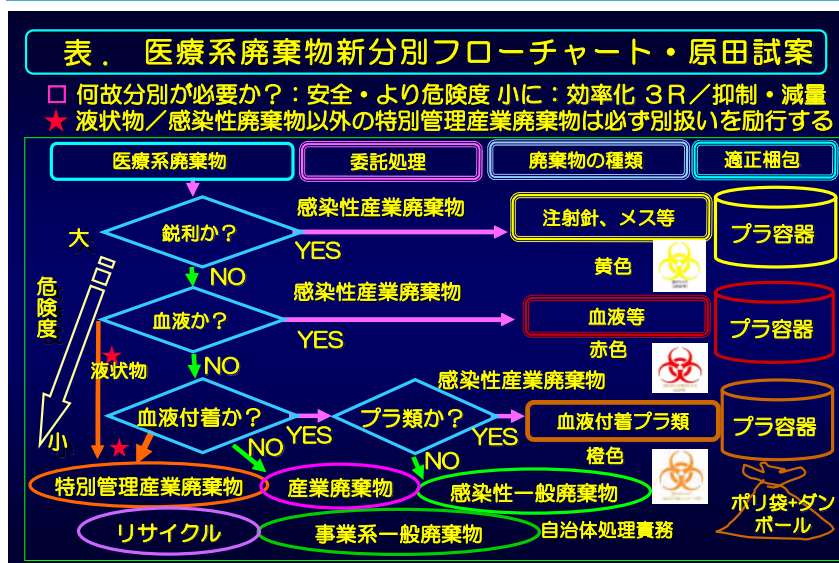


図-2 医療系廃棄物の新分別フローチャート・原田試案



念ながら、医師等の廃棄物管理に対する関心は低く、知識も乏しいのが現状である。非感染性廃棄物には水銀やキシレンなどがあり、廃棄物処理で問題となったものが対象である。また、在宅医療廃棄物は家庭から排出される廃棄物なので一般廃棄物扱いとなり、本来、市町村に処理義務があるが、医療のものなので持って行けないと拒否される場合もある。

感染性廃棄物処理マニュアルにある感染性廃棄物の理解は非常に難しい。診療に供したということで、鋭利なものかどうか、血液か、血液付着か、で判断していく。血液付着でも金属やプラスチックなど産業廃棄物に付いていたら感染性産業廃棄物とされるが、布や紙など一般廃棄物に付いていたら感染性一般廃棄物になる。感染性廃棄物に水銀が混入すると焼却ガスとともに排出され危険である。ヨードチンキが混入すると焼却排煙が赤く着色される事態になり、仕分けの徹底が必要である。図-2 は医療系廃棄物の分別フローを原田試案として示している。

下水道との関連で良い例として浜松医大の例がある。酸アルカリ中和を行う系統、有機溶剤などの系統の2系統で処理した後公共下水道へ排出している。生活排水はそのまま公共下水道へ流している。

大規模な不法投棄として、青森・岩手県境27万haに点滴チューブや注射器など感染性廃棄物他が捨てられて、汚水がわき出していた例がある。1万2千の排出事業者で一部に責任追及がなされた。廃棄物の約9割が首都圏からのもので、約3割が医療機関からの廃棄物であった。原状回復に708億円かかって

いて、まだ続いている。費用の大半は国及び県が負担している。当時、処理は届け出でよく、制度も整備されていなかった。しかし、その後も廃棄物処理法違反の事例が発覚している。

医療廃棄物が問題になったのは、それまで院内で廃棄物焼却していたのが1999年のダイオキシン規制強化で焼却処理ができなくなり、廃棄物処理業者に委託せざるを得なくなったことが要因の1つである。委託にすると費用負担が大きくなり、不法投棄問題が起きるようになった。それまでは使用済み注射針などはプロパー、納入業者が引き取ったりしていたが、急にそれができなくなったことの影響も大きい。

排出事業者責任を全うするには、適切な処理計画と管理体制をつくり、管理責任者を置いて、優良業者を選んで、WDS（廃棄物データシート）が適正であるか確認することが必要

図-3 感染性廃棄物からの感染予防（標準予防策）



ある。優良処理業者選択のポイントは、許可証による事業内容確認など法的要因、処分場、処理設備確認など物的要因、マニュアル、マニフェスト管理など情報の要因、経営姿勢、教育研修などの人的要因、財務諸表など財政的要因などでこれらをチェックすることが重要である。私の所属している東京臨海リサイクルパワーでは医療廃棄物専用炉50tが2基あり、処理灰は産廃用熔融炉で処理し電力、マテリアルリサイクルを行い、最終処分と認められる。

廃棄物処理法では血液がついていれば感染の可能性があるという前提で、実際には以下の3種のウイルスだけが対象である。しかし、エボラ出血熱では汗でも感染しているが、今のところ対象になっていない。感染血液を持つ人は100人のうち2～3人である。B型肝炎の感染率は下がってきておりワクチンもできている。C型肝炎も治療薬ができた。中ではエイズの感染力は低い。このように感染性廃棄物による感染の可能性はあまり高くないと考えている。図-3は感染性廃棄物からの感染予防策を示している。医療機関と処理業者は良きパートナーとして情報を共有し、共通の価値観を持つことが重要である。

2 石井和則氏講演概要

「病院排水と下水道」

2.1 はじめに

改めて病院排水と言われると不安とリスクを感じられる方も多いと思うので、まず「病院排水とは何か」について本講で紹介しておきたい。病院排水について関心が低い理由として、①院内感染対策など院内では注目されるが、外に出ていく排水については目が届かない。②医療収入に直結しないので見過ごされる。③特殊排水に対する規制が主に放射性(RI)排水以外存在しない。④病院排水で問題が生じたとしても、因果関係は非常にわかり難いなどが

考えられる。また、病院排水のリスクについては、①病原体感染リスク、②重金属等有害物質による水質汚染リスク、③抗生物質を含む検査系排水に因って水環境中で多剤耐性菌が生じるリスク、の3種類に分けられる。この内、最も関心が示されるのが病原体感染リスクであるが、過去に問題を起こしてきたか等を考えると、大きな危険性があるということではないのではないかと考える。これは病原体が希釈され、また一般細菌と交

図 - 4 病院排水の種類と分類

図-1 病院排水の種類と分類

①厨房排水

・主な排水場所
主厨房、外来用厨房、職員用厨房

②感染系排水

・主な排水場所
検体検査、細菌検査、病理解剖、感染病床、分娩室、血液検査、感染処置室、手術洗浄、緊急救命

③透析排水

・主な排水場所
透析センター、緊急治療室、集中治療室

④検査系排水

・主な排水場所
ME(メディカルエンジニアリング)センター、中央検査、

⑤放射性(RI)排水

・主な排水場所
核医学(放射線管理区域)

⑥高温排水

・主な排水場所
高温高圧蒸気滅菌装置(オートクレーブ)、ベッドバンウォッシャー、ボイラー

⑦現像廃液・定着廃液

・主な排水場所
レントゲンフィルムの自動現像機

⑧殺菌消毒剤

・主な排水場所
検体検査、細菌検査、病理解剖、感染病床、分娩室、

じるとその感染力が弱まるという細菌学的に言われていることにも関係している。本日の講演を通じて、病院排水に関する現状と問題点をご理解いただければと思う。

2.2 病院排水とその法的規制

病院排水の中身としては、図―4 に示すような種類の排水が各排水場所から排出される。

これらの排水に対する規制については、放射性排水に対する規制（放射線障害防止法）はあるが、その他についての明確な規制はない。

水質汚濁防止法について病床数が 300 以上の病院は特定施設となるが、厨房施設、洗浄施設、入浴施設がその対象となっており、感染系排水等が明確に規制の対象とはなっていない。透析排水、検査系排水、感染系排水は中和処理（pH 調整）をするだけで、下水道法の排除基準を含めて簡単にクリアしてしまうのが現状である。

感染症について病院では図―5 に示すように危険度に準じて一類から五

類までの分類をしている。一類、二類感染症に対応する医療機関として特定感染症指定医療機関（全国 4 病院）、第 1 種感染症指定医療機関（全国 48 病院）があり、これらの病院については独立した排水処理設備（感染症の排水を消毒または滅菌できる施設）を有することとなっている。しかし二種感染症の患者に対する第 2 種感染症指定医療機関（全国 340 病院）については、公共下水道に排水を排出する場合は事前協議が必要であり、何らかの理由で直接放流できない場合は除害処理施設を設置することとなっている。従って第 2 種の病院の場合は消毒滅菌の義務は必ずしも課せられていないということになる。

2.3 病院の特殊排水とその処理

（1）透析排水

透析排水には尿素、尿酸等タンパク質代謝物、透析液に含まれる酢酸、ブドウ糖、その他器具洗浄に使用した酸・アルカリ剤等が含まれる。酸性排水となる場合が多いので中和処理（pH 調整）を行う必要がある。

（2）検査系排水

様々な検査薬品が混入しており、酸またはアルカリ性の強い排水が含まれる。中和処理が行われるのが一般的である。

（3）感染系排水

図―5 感染症の分類

感染症法の対象となる感染症 平成26年1月30日現在	
分 類	感 染 症 の 疾 病 名 等
一類感染症	【法】エボラ出血熱、クリミア・コンゴ出血熱、痘そう、南米出血熱、ペスト、マールブルグ熱、ラッサ熱
二類感染症	【法】重症急性呼吸器症候群（SARSコロナウイルスに限る）、結核、急性灰白髄炎、ジフテリア、鳥インフルエンザ（H5N1）、
三類感染症	【法】腸管出血性大腸菌感染症、コレラ、細菌性赤痢、腸チフス、パラチフス
四類感染症	【法】鳥インフルエンザ[鳥インフルエンザ（H5N1）を除く]、ボツリヌス症、E型肝炎、A型肝炎、黄熱、Q熱、狂犬病、炭疽、野兔病、マラリア、【政令】エキノкокクス症、オウム病、つづが虫病、デング熱、日本脳炎、レジオネラ症、発疹チフス 他
五類感染症	【法】インフルエンザ、ウイルス性肝炎、性器クラミジア感染症、麻しん、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症、梅毒、クリプトスポリジウム症【省令】アメーバー赤痢、手足口病、百日咳、風疹、破傷風、ヤコブ病 薬剤耐性アシネトバクター感染症、侵襲性髄膜炎菌感染症 他
指定感染症	鳥インフルエンザ（インフルエンザウイルスA属インフルエンザAウイルスであってその血清型がH7N9であるものに限る。）
新感染症	現在は該当なし
新型インフルエンザ等感染症	【法】新型インフルエンザ、再興型インフルエンザ

血液や体液が混入した排水であり感染性病原体が含まれる恐れのある排水である。121℃の加熱滅菌処理を行う方法と、残留塩素濃度 1000mg/L 以上で 1 時間の塩素消毒処理を行う方法がある。加熱滅菌処理は塩素消毒よりも確実な滅菌効果を期待できるが、より簡易ということで塩素消毒処理の実績は多い。

(4) 放射性排水

診療用放射性同位元素として用いられる核種としては、¹⁸F（フッ素）（半減期 110 分）に代表されるように、短半減期の核種であるので、貯留と希釈による減衰希釈法で処理される。

(5) 殺菌消毒剤

フェノールで代表される殺菌消毒剤が病院では多く使われるが、これらの廃液は貯留して処理業者に処理を委託している。

(6) 高温排水

高温高圧蒸気滅菌装置等からの高温排水は貯留、冷却して所定の温度以下（下水道排除基準 45℃未満）として排出する。

(7) レントゲンフィルムの現像廃液・定着廃液

この廃液は下水排除基準（pH 5～9, BOD 600mg/L, 沃素消費量 220mg/L）を超える恐れがあるため、全量回収して処理業者に処理を委託している。

2.4 まとめ

病院排水のリスクを考慮し、社会的に合意できるレベルにおいて、予防的な排水処理を行っておくことは、医療安全・環境保全面において必要な措置であると考えられる。病院排水処理の問題である、病院経営との両立という問題を解決するためには、以下の 3 つの施策が考えられる。

- (1) 法規制の整備を行い、病院排水の処理についての基準を作成し、明確化させる。
- (2) 病院排水の処理のための、初期投資が進むように補助金制度を設ける。
- (3) 病院排水の処理を行っている病院に対して、診療報酬上で優遇したり、補助金や税制上で優遇したりして、経済的インセンティブを与える。

3 中田典秀氏講演概要 「公共用水域における医薬品の存在と挙動」

最初に、自己紹介と流域圏総合環境質研究センターの紹介を行い、それから (1) 水環境の水質面の変化と近年の懸念、(2) 水環境における医薬品の存在実態、(3) 下水道の役割と限界、医薬品類の存在実態、(4) その他の話題、まとめと今後の展望について述べる。

(1) 水環境の水質面の変化と近年の懸念

英国の下水処理場放流口付近で捕獲されたローチというオスの魚の精巣に卵が発見され、その原因物質が所謂環境ホルモンということで大きな話題となった。また、日本では湿布薬として使われるジクフォフェナク (DCF) という薬が、インド周辺国では安価だという理由で家畜の疾病対策に使われ、その屍肉をハゲワシが食べて腎障害を発生したため数が激減した。さらに、屍肉を食べた野犬による狂犬病の罹患率が上昇したため、その疾病対策に多額の費用を要した。結局、安価な DCF を使ったことによって対策費の方が多額に

なったという例もある。英国の調査によれば、魚の保護から見た水環境において医薬品由来の問題発生の懸念が高まっているという報告がある。

（２）水環境における医薬品の存在実態

私が土木研究所に在籍していた頃、日本全国 37 の一級河川で河川水中の医薬品 12 種類と抗生物質 7 種類の濃度調査が共同研究の一環として行われた。図-6 は医薬品類の調査結果を示している。調査前は地方の河川の方が都市部の河川より濃度が高くなるのではないかと予測していたが、結果は人口密度が高い東京圏、名古屋圏、大阪圏の河川の方が高濃度であった。抗生物質の調査では、豚の疾病対策に使われる Suifamethazine という抗生物質が、養豚が盛んな河川で特異的に高濃度で検出された。

（３）下水道の役割と限界、医薬品類の存在実態

図-6 一級河川中の医薬品類濃度について

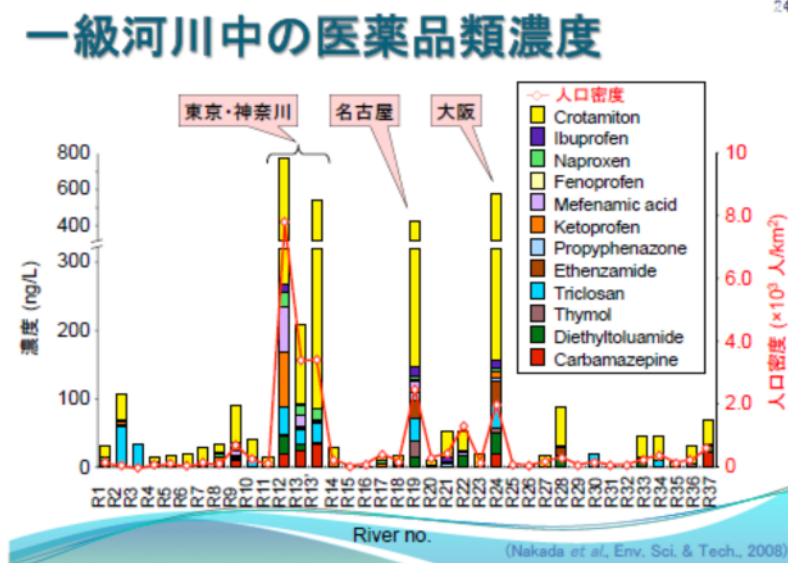
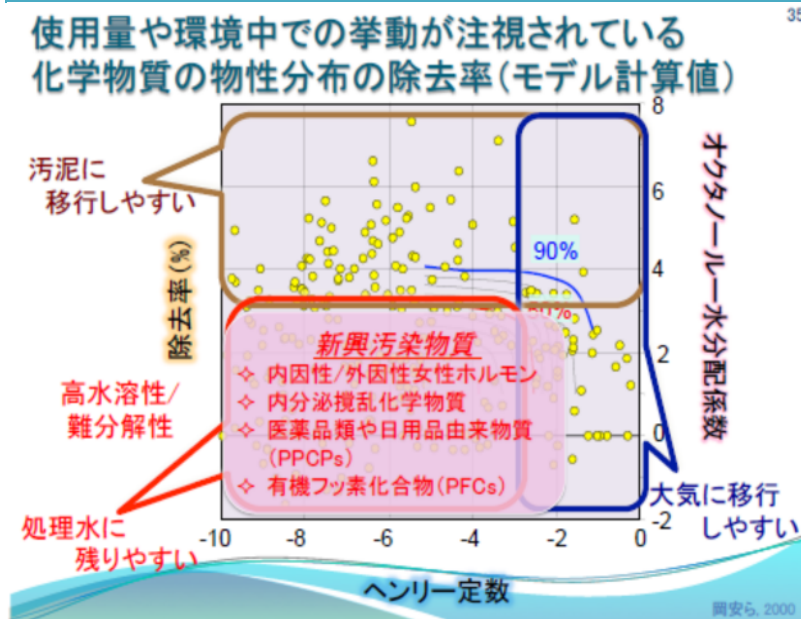


図-7 使用量や環境中での挙動が注目されている化学物質の物性分布の除去率（モデル計算値）



下水処理における有機化合物の挙動は生物学的な分解の他に、大気への移行、汚泥への移行、水系への移行がある。図-7 は使用量や環境中での挙動が注目されている化学物質の物性分布の除去率（モデル計算値）を示している。医薬品類、日用品由来物質、有機フッ素化合物などの新興汚染物質の多くは処理水に残留しやすいことがわかる。具体的な物質についてみると、風邪薬として使用されている Acetaminophen は生物反応槽でほとんど分解された。薬用石鹸に使われる Triclosan は返送汚泥とともに生物反応槽と最終沈殿池を循環していることが分かった。抗精神病・胃潰瘍治療成分である Sulpiride はほとんどが処理されず流出していることが分かった。また、内因性エストロゲンは、体外へ排出される際に抱合化しているが、処理過程で脱抱合化し、流入水より処理水中濃度の方が高くなることが確認されている。

（４）その他の話題、まとめと今後の展望

河川水中の医薬品類については、わが国の他に中国、韓国、バングラディシュ、ベトナムでも実施した。下水、下水処理水、河川水中の医薬品類濃度を比べると、通常はその順に濃度が低下していく。しかし、中国での調査では、下水処理水と河川水の濃度が同程度か逆転する場合も見られた。また、湿布薬として用いられている Ketprofen は、太陽光にあたると分解して海洋性バクテリアに対する毒性が増大することが確認されている。

今後の展望として、化学物質は都市の水循環で化学的・物理的・生物学的な作用を受けるのでその分解産物についても知見を集積すること、下流での取水を考慮した下水処理や上流からの排水流下を考慮した浄水処理が必要であること、化学物質の使用においては下水処理場での除去だけでなく排出源管理・処理が重要であることを述べておきたい。スイスではライン川の最上流にある国として、2016 年に改訂された法律において、2040 年までに化学物質除去を目的としたプロセスを 700 ある下水処理場のうち約 100 の下水処理場に導入することを決定したと聞いている。

4 総合討論

〔質疑 1〕 病院排水の実態について伺いたい。感染性廃棄物については廃掃法等で体系的に規制されており、それが十分に機能しているかどうかの問題はあるが、病院ごとに対応してきている実態が理解できた。しかし、病院排水になった時点で、感染性廃棄物の扱いとはかけ離れた規制体系になっている。個人的な意見としては、病院排水についても感染性廃棄物と同様の規制が必要ではないかと考えている。日医総研の森先生が全国 3000 ケ所余の病院排水実態調査を行い、非常にずさんな管理実態があることを報告している。特に、感染系排水については、区分や扱いが病院ごとに異なっていることも問題である。

（原田氏答弁） 感染性廃棄物については、1987 年に三重大学医学部研修医と看護師の針刺し事故があって 3 人が劇症肝炎を発症し 2 人亡くなった。これを機に特別管理廃棄物が法に制定、この一部に感染性廃棄物の概念が設けられ規制が厳しくなった。感染系排水については特に感染の可能性が低いからか規制がない。また、病院では曝気槽の規定も外された。現状では一部を除き他の排水と混合し、あるいは希釈して下水道へ排出しているのが実態ではないかと思う。しかし、それによって事故が発生したという報告はない。それだけ日本の下水道はしっかり完備し、処理されているという認識を持っている。ただし、重金属類については排水規制があるのでしっかり管理していかなければならない。

【質疑 2】 感染性廃棄物の処理コストについて 300 円/kg というのも聞いており、病院にとっては大きな負担となっているようであるが、その実態についてお伺いしたい。

（原田）医療廃棄物については分別処理を指導している。血液や針についてはプラ容器に入れ処理するが、処理コストを下げるため血の付いたガーゼは感染性一般廃棄物であり、市町村に処理責務がある。分別した感染性廃棄物は 1 容器で 4000 円程度のものであるが、地域によってばらつきが大きい。例えば、運搬距離が離れている地域は処理費が高く、競争が激しい地域は安いようである。私立病院にとって感染性廃棄物処理コストは大きな支出要因になるので、いかに下げるかが経営の大きな課題となっており、病院ごとそれぞれ差があると思う。

【質疑 3】 ウイルス感染対策で多種の抗生物質が使われるため、その耐性菌が現れているとの報道があるが、これが排水とともに下水道へ流出することはないか、さらに下水道側での対応策は考えられるかについてお聞きしたい。

（原田）院内感染が発生し、これが排水に流出し、次の感染源になることはあまり考えられない。そこで発生した感染性廃棄物は密閉容器に入れ、委託先で焼却処理、院内であればオートクレーブで処理することになる。他国では医療廃棄物を埋め立て処分しているケースもあり、日本では厳しく規制されている方だと思う。

（石井）多剤耐性菌については、病院で抗生物質が投与された患者の腸内で発生する場合と、ウイルスが排出されて環境中で発生する場合がある。対策をとることは難しいが、病院排水に含有されていることが分かっているならば、対応できないこともないと思う。

（中田）処方された抗生物質は飲みきり、体内のウイルスを確実に除菌することで多剤耐性菌の発生源対策になる。

【質疑 4】 下水管内の調査や清掃の業務を始めた会社に勤務している。病院排水の処理状況や感染症対策の現状をお聞きしたくて、この研究集会に参加した。この業務に携わっている職員には破傷風の注射を毎年実施しているが、その他にリスク回避対策として有効なことがあったらご教示願いたい。

（原田）下水管内で作業をする場合、マスクや手袋、あるいはフェイスマスク等の個人防護具はされており、健康上問題ない人が携わっているという前提でお話したい。経口感染の可能性がある。病原性大腸菌 o-157 やノロウイルスが口から入った場合には、まず食中毒と同様の感染が考えられる。しかし、健康な人でも日和見菌を常に持っており、また、汚水を直接飲むことがないとすれば、そのリスクは特に高くないと思う。ウイルスが傷口から入って B 型・C 型肝炎になるリスクも考えられるが、ゴム手袋をして直接汚水に触れないようにすることが重要である。エボラ出血熱のように皮膚に触れただけで感染の恐れがあるものもあるが、今直ちに問題になることはないと思う。いずれにしても、マスクやゴム手袋を着用し、作業終了後は必ず石鹸で手洗いを励行することが大切である。

（石井）破傷風菌は通性嫌気性菌で空気があるところでは活動していないが、どこにいてもかわからないので破傷風予防接種を受けておいた方がいいと思う。インフルエンザウイルスは空気感染しないが、くしゃみ等の飛沫で感染する。しかし、一般に病原菌は一般細菌

より弱いとされているので、病原菌がいたとしても発症するリスクは低いと考えている。

【質疑 5】 大都市では合流式下水道で整備されてところが多く、街中で浸水が起きた場合に下水があふれる。特に、近くに大病院があった場合、病院排水も一緒にあふれてしまい、保健所と一緒に街の消毒に苦勞した経験がある。また、先ほどの質問にもあったが、下水管管理のため管に入ることもあり、感染症リスクをどのように低減できるか頭を痛めている。

（石井）大病院の感染系排水については、次亜塩素酸ナトリウムを 1000 mg/l 程度注入して、15～30 分程度接触させ放流している。300 床以下の中小病院では感染系排水を分けずにその他排水と合わせて中和処理して排出しているところが多いようである。下水道へ入るまでの処理として、十分処理されているとはいいがたい面もあると思う。

（原田）都市水害で下水とともにあふれる病院排水のリスクに関して、一般家庭の排水と比べて、特に高くなっているとは考えていない。病気を抱えながら家庭で治療している人が大勢おり、病気と知らずに普通に生活している人もいる。そうした中で、経口感染、接触感染、空気感染といろいろな感染経路があるので、それを抑え込むのは容易ではないが、基本的には発生源となりうるところで対策を強化していくのがよいと私も考えている。

【質疑 6】 新薬が続々と開発されているが、薬の毒性に関して、下水道で除去できないものは製造しないとか、毒性試験に活性汚泥を用いるとかの動きはないか。

（中田）日本では薬事法で試験方法が決められてるが、外国では活性汚泥法で試験をするところもある。しかし、活性汚泥法で処理出来ないからという理由で新薬の販売が規制されることにならないように思う。

（原田）新薬開発については中田講師の言われるとおりである。病院排水については処理で活性汚泥法が用いられなくなっている。それだけ日本の下水道の信頼性が高いとも言えるが、病院経営の中でどれだけ廃棄物処理や排水処理に費用をかけられるかという面もある。病院排水処理をさらに改善していくためには法的な規制強化が必要であろう。