

【総合討論】

Q：日本の河川においてはBODの環境基準はほぼ守られているが、大腸菌群数についてはとくに上流において達成率が悪いといった現象がみられます。今回お話しのありましたウイルスなどについて、環境水における目標と監視レベルをどのように考えていくのがよいのでしょうか。お二人にお伺いしたいと思います。（司会 亀田）

A：まず現行の大腸菌群数の環境基準の指標は、より適正な大腸菌にしていけることが望まれていると思います。その他にクリプトスポリジウムとウイルスの指標が重要ですが、日本では前者の症例は少ないので、ウイルスがより重要と思われます。環境水にどの程度のウイルスがいるのかという評価をしておけば、上水の処理システムの安全性を確保する手法により、直接計測するというのではなく、これは食品の安全管理HACCPの手法に通じますが、その概念を応用して監視をしていくことになります。（片山講師）

A：環境水について、大腸菌以外の原虫やウイルスに基準値をつくっていくのはかなり難しいと思いますし、これを定期的に計っていくのはコストの面でなお難しいのではないかと考えます。そうなりますと発生源の監視、対策が基本となりますが、下水道は重要な排出源の一つとして、これからの調査研究の取り組みの強化が求められていると思います。（尾崎講師）

Q：水道水でも100L、1000Lの水を引くとウイルスが検出される。ウイルスの観点からは絶対に安全な水道水はないということですが、そうなるのとどのような方法で一般の人に安全性を説明していくことになるのでしょうか。

A：まず検出したものがウイルスの遺伝子ですので、これが全て活性を持ったウイルスであるかどうかはわかりません。しかし、リスクはゼロというものでもありません。米国などでは、許容可能なリスクとして1年で1万人に1人が感染するレベル、即ち10のマイナス4乗を社会的に許されたリスクとしています。またWHOなどはこれよりも高いマイナス2乗あたりのレベルで設定するという議論をしています。今回ノロウイルスが1000Lに1ウイルスのレベルで検出されていますが、これが全て活性をもっているとしても、感染確率マイナス4乗レベルにはならないと思います。即ち許容可能なリスクの範囲に入っていると説明していくことになります。（片山講師）

Q：去年、日本に台風が10個位襲来し水害が生じた。洪水は非定常な現象であり、その時の水質調査の水とはどのような水なのか。ウイルス1個でも口に入れば発症する可能性があるとの話があったが、非常時における救助の人たちのケアとかリスクはどのようなものであり、気をつけなければならないことはどういう点か。救助の人たちに分っていることだけでも伝える必要があるのではないかと思いますので知見があれば教えてください。

A：定量的な話は出来ないが、ヴェトナムの洪水のときに行き合わせ地面から採水した。ウイルスはたくさん検出された。洪水時には下水道未整備地域や洪水で下水道が流れていない状況では町中が汚染されることはあり、当然濃度レベルは高いと考えられる。従って、そういうリスク自体を気にすることは正しい。

ただ、水道水を飲んでいるときのリスクを議論していて、水道水を飲んで一生の間に下痢を起こす人は 100 人に一人という話をしたが、今、一回の暴露で下痢を起こすかどうかの話で、そういうレベルの話であれば 1 個を飲んだとき、感覚的には 100 回に 1 回、10 回に 1 回下痢を起こすレベルの話であり、ウイルスの暴露環境に置かれた時には暴露後、うがいをし手を洗ってシャワーを浴びるなどの心がけで違ってくる。これはどういう事かということ日本ではこういう感染者が少ない。きれい好きな国民性で感染症が押さえられている可能性があるのではないか。阪神、中越地震でも感染症の発生が起こっておらず、感染者が少ないことに諸外国の災害専門家も驚いている。阪神大震災の時にはバキュームカーが走り回ったが、MBP が何か分からないが、日本人がよく手を洗う等日常的な教育が行き届いていることもある。こういう事が解明できる研究とはどのようなものか分からないが、こういう質問が出ることも清潔さに対するレベルが高い証である。普通の意味できれいにすることが解決策であらうと思う。(片山講師)

Q：今日のお話でウイルスを直接体内に取り入れることが危険なことは重々理解できた。別の観点から、例えば、ウイルスが堆積していくことによって、間接的というか魚、貝等の食物を介しての危険の拡大のほかにそれ以外に危険の拡大の可能性はないのでしょうか。環境ホルモンでは堆積することにより中長期的に危険性が拡がる場合があるが、そういう感じでウイルスによる直接的ではない危険性があるのでしょうか。

A：そういう意味で、様々な感染経路があるが、その中で間接的なものと言えばカキとか貝類もその一つである。今の質問で堆積することで濃縮されるという意味で捉えれば、今直ぐに思い付くのはそういう食物連鎖に関わっての汚染である。私も研究を始めてみてひとつ不思議に思ったのは、ノロウイルスの感染が貝、カキから拡がるのであればある程度エリア的に発症者数の濃淡があるかと思っていたが、ほぼ一様というかなんか内陸部を問わず検出され、特に、食品の流通が便利になり何処でも何でも手に入る状況の中では誰もが危険に会うのではないかと感じている。(尾崎講師)

A：一応、ウイルスは重金属等とは異なり基本的に減衰する。蛋白質と遺伝子であるから微生物による分解というか食物になって CO₂ となるライフサイクルになっている。そう言う意味では、活性汚泥とか放流先でも良いが延々と溜り続ける事象はなく普通より濃度の高いところがあるかもしれないが、堆積するにしても死滅と蓄積がバランスし濃縮にも限界があ

る。

蓄積するリスクという話では、カキによる感染の場合様々な種類のノロウイルスがいる。ノロウイルスの遺伝子の研究者は結構いて、あるアウトブレイクの中でどういうウイルスが誰から出たか遺伝子により疫学的に感染原因者を特定したデータはありウイルス学会等で発表されている。

一方カキの場合には、これがばらばらで色々な種類のウイルスがカキの中に溜まっていてそれで色々感染する。カキを食べてあたるといった場合、ウイルスの種類が違っていてもばらばらな事がある。ここまでは普通の話であるが、カキの場合 2 種類以上のウイルスであたる場合がある。ウイルスの種類が違っている 2 種類のウイルスが別個のセルに入っていて数を増やせば単なる二重感染ですむが、もし別々のウイルスが同一セルの中で増殖サイクルを始めるとちょっとややこしい事が起こりかねなくて、鳥インフルエンザ、SARS などで言われているが、交互感染というのはそういうところにリスクがあって遺伝子組換が起こって新しいタイプのウイルスが出てくる可能性があるといわれている。そういう意味では、カキの中に入っているウイルスが複数種類ある確率が高いとすれば長期的リスクとしてありうるかもしれないが、ノロウイルスは何万年も前から存在し既に多様な遺伝子を持っており少々の遺伝子組換が起こっても多様性が増すのどうか。遺伝子組換は有り得るが、鳥インフルエンザや SARS の世界に比べると、それが起こってそれでリスクが大きくなるのかどうか何ともいえない。(片山講師)

Q：カキは大量の水をろ過するが、その過程でウイルスの濃縮が起こりうるのでしょうか。
(司会 亀田)

A：そこも興味深い点である。ろ過のとき何かの固形物にくっついているウイルスを濃縮しているように見えるが、きれいな水にきれいなウイルス入れてもなかなか濃縮しなくて餌に付着しているウイルスなら濃縮するという、信頼性がどの程度あるか問題であるが、そういうデータも無くはないので、餌を取るときについて濃縮されて、恐らくバクテリアは入って来ないレベルかもしれないが、ウイルスの分解される速度が遅いためウイルスが入ってくる事は十分に考えられる。カキは 1 時間に 15 ~ 20 l という大量の周囲の水をろ過しウイルスを体にトラップしていると考えられ恐ろしい事かもしれないし逆に水の面から見れば浄化されていて好ましいとも考えられ、両面があると思われる。(片山講師)

Q：病原性微生物の調査に際し、現地で採取したサンプルを速やかに現地で分析できない場合の対処法を教えてください。お話では、沖縄やタイで調査されていますが、サンプルは現地で採取し、現地で前処理して現地で分析あるいは現地で前処理して筑波に送られて分析されたのでしょうか。

A：私どものチームの場合、採取した原虫測定用試料を遠心分離で濃縮した状態で冷暗室に保存し、1 ヶ月に 1 回ぐらいまとめて水サンプルとして土研に送ってもらっている。また、

ウイルスについては雑菌を押さえるために、抗生物質を添加している。ただし、ウイルスの場合、遠心濃縮では 1 万 G が必要であり、コンケン大ではそのような遠心濃縮機が無いことから、抗生物質を添加して保存している。サンプルを冷蔵して輸送する事が高価なので難しいが、病原微生物の活性を判定するのではないため、大きな問題はないと考えている。現地で PCR の機械にかけるところまで前処理すると、逆に輸送中に抽出した遺伝子が壊れてしまうので難しい。(尾崎講師)

A：下水試料の場合、国内では冷蔵状態で輸送し採取後 24 時間以内に到着する様にし到着後すぐに分析している。微生物の研究分野では採取後冷蔵して 24 時間以内に分析すればすべての研究者から文句の出る事はない。24 時間を若干超えているものの大丈夫だろうと考えている。ウイルス濃縮等で、海外でも行っているが、ろ液の透過側でウイルスをトラップできるシステムにしている。原水があって膜を通して種々の操作をして最後にウイルスを膜から剥がすが、剥がす時に透過側でとるので最初の原水中に含まれているバクテリアも何もない無菌状態のウイルスが採取できる。そういう事で、輸送中の少々の高い温度には耐えられると考えている。一応ホテルでは冷蔵保存して保冷剤ジェルアイス等を使って梱包して送る。大腸菌等はホテルでインキュベータとキットをもって計る。但し、これではクリプトには対応できない。土研ではクリプトとジアルジアにも果敢に挑戦されている。(片山講師)

Q：ヨーロッパのアルプスのミネラル水のノロウイルスの濃度が日本のそれに比べて 30 倍位も高いのはなぜか。深山渓谷の地下水を採取しているのになぜ沢山混じっているのか。雨にでも混ざっているのだろうか。そういういい環境でも相当寿命が長くて生き延びているのであろうか。寿命はどの位で、どういう環境ならどの程度増殖していくのか疑問に感じた。

A：何から答えて良いか分からないが、ヨーロッパのミネラル水は地名で売っており処理法では売っていない。一方、東南アジアやバングラディッシュでは RO, UV・オゾン等で処理され安全である旨記載されている。発展途上国では処理法で売っており先進国では地名のブランドで売っているといった、ミネラル水に対する際立った位置づけの違いがある。

ヨーロッパのミネラル水は処理せずそのまま売っているがその中にはノロウイルスが沢山含まれているデータを示した。ウイルスはヨーロッパのミネラル水では 1l で 30 % から検出され日本では 300l で 10 % から検出されたが、日本の場合濃縮した後全量を PCR にかけている。一方、ヨーロッパでは 1l を濃縮した後何 ml 相当分を PCR にかけたか不明であるが、普通に濃縮すると 1 ml とかになってそこから DNA, RNA を抽出しようとする 100 μ g とかそういうオーダーの液量しか使えない。そうすると、1 l を使って濃縮したと書いてあるがそう簡単に 1 l の全量の検査が出来ていなくて 1 l のうちの 100ml か 50ml 位しか調査していないと考えている。我々とは液量で 300 倍位違いがあるがこの点を考慮すればもっと大きな違いがあると考えている。

ウイルスは何処からきたのか増えるのかという点について言えば生きた細胞の中でしか増

殖しない。従って水に含まれるウイルスは人由来以外ということは考えられない。ミネラル水中のウイルスは人から排出されたものが何らかの経路で入ってきていると考えてよい。この原因として採水点上流に位置する、人が遊歩する山野の処理設備の整っていないトイレ等の状況が衛生的リスクを生じさせている。そういう中で無処理で水を飲んでもお腹を壊さないというヨーロッパの中での病原性微生物を含んだ生態系が出来ているのではないか。この点はどう評価して良いか分からないが。オランダでは水道水に塩素を入れないことと一脈相通じるものがある。病原性微生物に対するリスクは高いのは分かるが無理矢理押え込むことはしないというヨーロッパのポリシーがあるが、それを日本人は真似できないしアメリカ人はもっと真似できない。基本的にリスクに対する考え方が違う。ヨーロッパの水には採取地点にウイルスを含む水が流入している。製品管理の問題である。

（片山講師）

熱心な討議が続きましたが、終了時間になり、終了。

中川事務局長の閉会のあいさつがありました。