

水道システムにおける微生物モニタリングに求められるもの

国立感染症研究所 遠藤卓郎（寄生動物部）

いまや感染症は社会の一大関心事となっており、この分野を生業としている者にとっても驚くほどの注目ぶりである。しかし、疾病の形態は社会構造や生活形態の変化に応じて変容するもので、いつの世にも「新興感染症」は発生していたと考えるべきである。水道の歴史も伝染病との闘いを免れるものではなかったはずである。ひるがえって、下水道の発達が感染症を激減させたことは多くの指摘するところであるが、水道システムへの負荷について指摘した者は必ずしも多くはなかった。下水の放流と水の繰り返し利用の結末がクリプトスポリジウム汚染とすれば人災である。わが国の水道に塩素消毒が導入されたのは1937年以降と聞き及んでいるが、半世紀を経て微生物対策は見直しを迫られている。

クリプトスポリジウム等の監視システムの構築

水系集団感染は『原水に病原体が存在する状況で施設の瑕疵あるいは浄水処理に問題が生じたときに発生』する。その一方で、集団感染は『一過性の汚染が原因で発生する』という既成概念が災いして連続監視への努力が等閑にされてきた。しかし、浄水処理を原水の汚染状況に即応させずして水系感染対策はなし得ない。ところで、過去のクリプトスポリジウム事例の検討から集団感染に先立って長期間にわたり散発的な下痢症（クリプトスポリジウム症）が発生していたことが明らかとなっている。集団感染に先立つ患者の増加は水道水中にオーシストが漏出した結果と考えられ、原水中のオーシスト量が浄水処理能力を超える程度にまで達していたことを示している。そこで、集団発生前の地域住民における下痢患者数から水道水中のオーシスト数を推定したところ、一人当たりの飲水量を1,000mL/日とした場合0.01~0.02個/L程度という値を得た。ここで浄水場の粒子除去効率を $1\sim 3\log_{10}$ 除去と仮定すると、原水中のクリプトスポリジウムはおおむね0.2~20個/Lと算定される。1日の生水摂取量をコ

ツプ一杯程度（200ml）と実生活に即して仮定すれば原水中のオーシスト数はさらにその5倍量となる。浄水場の粒子除去効率を $2.7\log_{10}$ 程度とした場合、原水には浄水中のオーシストの500倍量が含まれることになり、この濃度であれば検査水量は200～1,000mLで十分である。オーシストなど病原体を指標としたモニタリングは稀であるが原水を対象とすれば事前監視は現実味を帯びてくる。

従属栄養細菌の指標性

『水系集団感染は原水に病原体が存在する状況で浄水処理に問題が生じたとき発生する』と言う概念からはずれた微生物問題も明らかとなっている。いわゆる配管系や建築物内での『Regrowth』問題である。たとえばレジオネラ属菌（*Legionella spp.*、肺炎の起原菌）は20～45℃付近を生息温度とする細菌で、環境中ではアメーバ等の原生動物に寄生して増殖する。特に滞留水や水温の上昇が見込まれる構造を有する部分では定着・増殖防止が必要である。今日まで、レジオネラの挙動と数的相関を示す指標生物は知られていないが、環境水中においては従属栄養細菌（Heterotrophic bacteria）等の増殖が宿主アメーバ類の繁殖につながりやがてレジオネラ汚染へと展開する構図は明らかで、その管理指標として従属栄養細菌数測定（Heterotrophic Plate Counts: HPC）による『閾値』の概念は導入し得ると考える。この他、WHO 飲料水水質ガイドラインには水系内で増殖する病原微生物として *Aeromonas*、*Pseudomonas*、*Mycobacteria*、*Acanthamoeba*、*Naegleria* 等々の病原細菌やアメーバ類が列挙されている。また、線虫の増殖や Bacterial corrosion などいわば配管系統の微生物学的劣化を表現する指標の必要性も指摘されるところで、HPC の有効活用が期待される。ただし注意すべきは、従来の水質基準や目標値と異なり HPC は単に菌数の多寡ではなく継続的な測定による変動の検知が目的で、導入にあたっては目的と解釈方法を周知させる必要がある。