

レジオネラ属菌とクーリングタワー（冷却塔）

レジオネラ症患者が最も多く報告された季節は、「初夏（梅雨時）」。日本の場合、暑くはじめじめと湿度が高い梅雨のシーズンが、レジオネラ症の発生に関与しているのではないかと考えられています。

一連の研究が進んでいる米国の場合。1990年から2005年までに米国CDC（疾病管理・予防センター）に報告があった23,076人のレジオネラ症患者について分析した研究では、秋と夏に報告された患者数が多かったと言う事です。

秋(9-11月)が30%、夏(6-8月)が29%、冬が23%(12、1、2月)、春(3-5月)が18%。月別では、一番多かったのは「8月(11.2%)」で、一番少なかったのは「2月(5.6%)」と報告されています。

さて、同じ土壌（土の中）で生息する代表的な微生物と言えば「真菌」。いわゆる「カビ」です。日本の場合、空間中を浮遊するカビの量が最も多くなる時期は、「梅雨時」や「秋雨時」。ここまでは「レジオネラ属菌」も同じです。やはり、微生物が空間中を浮遊するのに「温度」「湿度」が大きく関係してくるのは間違いないでしょう。

カビは「真冬」にはもちろん減少します。しかし「真夏も減少」するのです。それでは、どうしてレジオネラ感染症が最も多くなるのは「真夏である8月」なのでしょう？

実は原因の一つとして、私たちは、衛生管理の悪い冷却塔・クーリングタワー（オフィスビルの空調）が動き出す、またはフル稼働で動いていて、居住空間に撒き散らかされる「季節」だからだと考えています。

バイオフィルムとは

まずは、「レジオネラ属菌」だけに限らず、「微生物」の増殖・大量発生を語る上で外せないのが、冷却塔・配管系・熱交換器内に生成される「バイオフィルム（生物膜）」です。

基本的に「冷却塔」に注がれる水の種類としては、「水道水」「工業用水」、また「井水（地下水）」等、エリア、業種、用途によって様々でしょう。まず、これらの水は、ある程度メイクアップ（処理）したとしても「全くの無菌」ではありません。

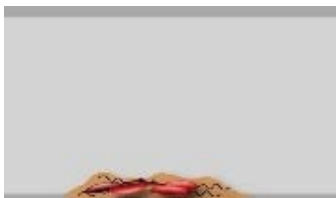
そして冷却塔はその水を冷やすために、空間中から風だけではなく「藻類（孢子）」や「微生物そのもの」も一緒に吸込んでしまいます。
（※微生物には「低～高温菌」と多種類あり、冷却塔も数多くのスペック（仕様）がありますが、ここでは最も一般的なケースでお話いたします）

夏場、冷却水の温度は、「37℃」で入って冷却塔内に入り、塔内で「-5℃」冷やされ、「32℃」で再び冷凍機へ冷却に向かいます。実は、この温度域、「微生物が増殖する最適な温度」と一致します。（36℃前後）

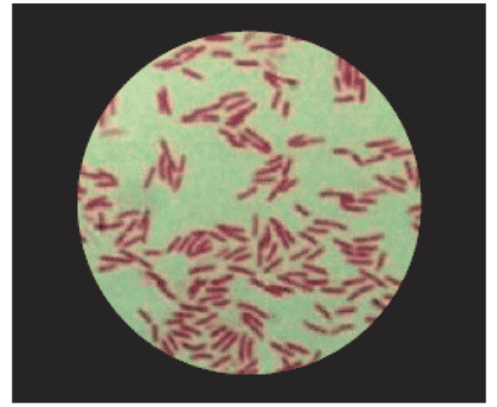
そこで、冷却水には病原菌等の微生物を殺菌する為に、塩素剤等の「殺菌剤」を添加する訳ですが、この殺菌剤の設定濃度が不足、殺菌剤の有効成分の不足、また、何らかの問題で殺菌剤が出ていなかった、効力が低下していた等の場合、「バイオフィルム（生物膜）」が生成されます。



配管・冷却塔（クーリングタワー）内にバクテリアが付着する。
この時点で水中に殺菌成分が行き届いていれば、バクテリア（レジオネラ菌など）を殺菌できる。
「煙の段階で消す」とは、まさに、このタイミングです。このタイミングであれば、「経費」も「労力」もそれほど必要としません。



バクテリアがEPS（細胞外多糖）を分泌しスライムとなり、やがて「保護膜」を形成する。
これを「バイオフィルム（生物膜）」と呼び、「シスト化される」と言います。
一度、バイオフィルムでシスト化されると、どんなに優れた殺菌剤を使用しても、バイオフィルム内部にまでアタック出来ません。従いまして、この後に慌てて塩素などを高い濃度で投与しても、バイオフィルム内部のバクテリアは生存し続けています。



環境保健部環境衛生研究科 東京都健康安全研究センター
（レジオネラの電子顕微鏡写真）



バクテリアはさらにフィルム（膜）を厚くし「Colony」(コロニー)を形成する。
バクテリアは、水中の窒素化合物(N)をエサにして、さらに増殖・巨大化を始めます。
(正確には、「窒素」「硫黄」「リン」等)

Colony(コロニー)とは、複数種のバクテリア(レジオネラ属菌含む)が生息し、内部でコミュニティを形成していると考えられている、言わば「細菌の温床(おんしょう)」です。

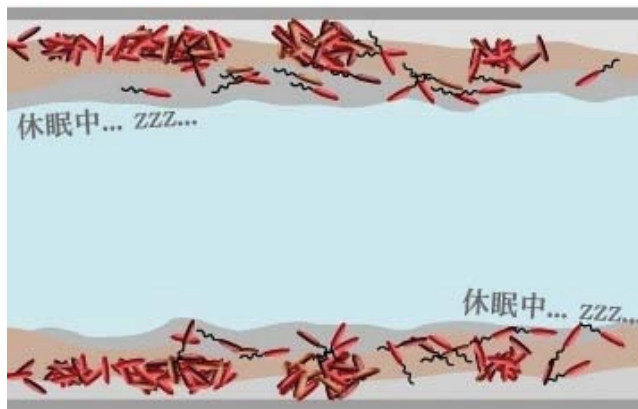


Colony(コロニー)内部が過密になると、やがて破裂し、バクテリアが一気に放出される。

まさにこの瞬間に、水中の殺菌剤成分濃度が不足(能力低下含む)していた場合、生きているレジオネラ菌などが放出される訳ですが、この環境下で培養されたバクテリアは薬剤に対して「耐性」をすでに獲得している事が知られています。これが繰り返し放出される言う訳です。

また、シスト化されたまま(保護された)分離し、水中を浮遊するケースもあります。この場合、バイオフィルムで自身を守ったまま水中を浮遊するので殺菌剤成分は内部にまで届きません。

「生物系障害」が作り出す「スケール層」と「レジオネラ菌」の関係



左図の様に、配管系、冷却塔内に「バイオフィルム」やバイオフィルムに鉱物が混合されて出来た「スケール(※1)」には、かつて大量に発生したレジオネラ属菌が「休眠状態」で生息しているケースも多々あります。

例えば、殺菌剤を自動的に添加する「薬剤注入装置」がエアロック(エアが噛む)を起こし殺菌剤が全く添加されていなかった期間があった、また、添加する殺菌剤の「濃度設計」が不足していた等があげられます。

配管・設備内に「ぬめり」や「スライム」が生成されて、この粘性物が鉱物を抱きかかえて、やがて硬化し「スケール化(※1)」して行くパターンです。

これが繰り返されると、配管内に「層」が出来上がって行きます。

慌てて殺菌剤を投入しても内部にまで届きませんし、冷却塔内だけの洗浄作業を行っても配管内の硬化した「層」は取り除けません。

(※1): 一般的な「スケール」ではなく、「スラッジ(泥)」の硬化物



稼働循環中に「自然にスケールが剥がれた」、もしくは、「スケール除去剤」を使用した場合、内部で「休眠していたレジオネラ菌」が循環水中に放出されるケースがあります。まさにこの瞬間に、水中の殺菌剤濃度が不足(能力低下含む)していた場合、休眠していたレジオネラ菌が放出されます。

「スケール除去剤」(防止剤ではない)を使用する際、逆にレジオネラ菌が多く検出されてしまうのは、こういったケースからです。

長年の「垢(あか)」を落とすと言う事は、この様な現象も起こりますので、日ごろのメンテナンスが最も重要と言う事です。(煙の段階で消す)

この環境下で生息されていたバクテリアは「薬剤」に対してすでに「耐性」を獲得している事が知られています。

しかし、慌てる必要はありません。この様な状況が発生する事が予想できる場合は、殺菌剤の濃度設定を少し高めにする等で解決できます。不足した分を補う目的と、病原菌を循環水中で確実に殺菌しなければならないからです。

繰り返しますが、大切なのは、このミルフィーユ状の「スライム」→「混合スケール層」を作らせない、「日頃のメンテナンス(管理)」意識の高さです。

「泡」と「スライム」の関係

業種、施設によってそのレベルは違いますが、日常管理として計測器で何らかの水質の管理をされているかと思います。定期的に水質分析に出されるべきなのですが、施設によってはあまり関心がない方もいます。最低でも計測したいのが①電気伝導度 ②遊離塩素 この2つです。



殺菌剤を投入直後、左図の様に色が「茶色」で気泡が大きい「泡」が出て来た時は、配管経路内や冷却塔内にスライム、バクテリアが存在している、もしくは、していた。と言う一つの証明です。

これに同時に除去された「泥・土」等も混合すると水は茶色く濁り「ぷっくり」とした大きなあぶくになります。簡単に言うと「**バクテリアの死骸**」です。

「泡が出たから、もうバクテリアはいない」と言う訳ではなく、まだ出るかもしれません。

「泡が出なくなってきたら、バクテリアとの攻防戦に対し優勢」と考えて下さい。

水が茶色く混濁して、この種の泡が多くなって来た場合、強制ブロー（排水）をかけて水を入れ替えてしまった方が良いでしょう。出来れば塔内清掃をして、ブラシや高压洗浄機で取れる「泥」や「土」は事前にとった方が良いでしょう。



左の写真の様に細かい「白色」の泡に「茶色」が混ざった泡は、「スライムと藻類」が混在していた、もしくは、している証明です。「ベージュ色」の場合もあります。

殺菌成分と生物系・植物系とで「一進一退」の攻防戦が繰り広げられています。

バクテリアを殺菌、藻類を除去する為に有効成分が消費されていますので、肝心のレジオネラ菌が循環水中に放出された時に殺菌効力が不足する可能性があります。

従って、この期間（治療期間）は、少し「殺菌剤の設定濃度を上げて」、小まめに強制ブローをいれ、水を頻繁に入れ替える（濃縮を上げない）管理が望ましいです。

これは、原因物質である「スライムと藻類」がなくなれば、同じ様に泡も徐々になくなってきます。完全になくなれば、泡も完全になくなります。もちろん「スライムや藻類」の量が多ければ多いほど、「泡」の量も多くなります。

ひどい時は、冷却塔内全体が「泡だらけ」になり、水面が全く見えない状況になる時もあります。でも安心して下さい。泡は簡単に「消泡剤」で消すことができます。