

ヒトと環境をマクロとミクロの視点から考える



研究室紹介

山口進康^{*}, 那須正夫^{**}

Study on linkage between human and environment from
micro- and macro-view points

Key Words : environment, microbes, astromicrobiology,
environmental diseases, bio-imaging

大阪大学大学院薬学研究科の特色の一つとして、環境科学的な側面から薬学研究を進める生命情報環境科学専攻を設置している点が挙げられる。薬学は総合健康科学であり、疾病を予防し健康を確保するためには、我々が生活する環境の現状を理解し、健康に影響を及ぼす可能性のある変動に対しては、できる限り早期に的確な対策を講じる必要があるからである。

当研究室では、「ヒトと環境」の関わりを衛生薬学を通じて考えるために、マクロとミクロの視点から、以下に紹介するテーマで研究を進めている。

研究のトピックス

(1) 水と生活環境の安全保証

微生物は深海、極氷、高塩湖、高温泉などの極限環境を含め、地球上のあらゆる場所に生息している。そして生態系の根幹をなし、その恒常性の維持に深く関与している。したがって、我々の活動が微生物生態系に大きな変化を引き起こした場合、生態系の恒常性が崩れ、新たな環境問題が発生する。環

境の改变にともなう感染症の発生が、その一例であると考えられる。

ヒトは安全・安心・快適な生活を求めて、環境を改变してきた。水系感染症の予防にあたっては、上下水道の整備が顕著な効果を上げている。このような環境改变は、我々により豊かな生活を保証する一方、環境に過大な負荷を与えた場合、微生物生態系に攪乱が生じ、感染症の発生・拡大を招くおそれがある(図1)。例えば、水環境の改变と不適切な使用がレジオネラ症などを引き起こしていることが明らかになってきている。そこで、レジオネラおよび非結核性マイコバクテリウムをモデルとして、環境改变による微生物生態系への負荷と感染症発生との関係を詳細に理解することにより、感染症の予防につなげるべく、研究を進めている。

また、究極の環境改变の一例として、宇宙居住空間の構築が挙げられる。航空宇宙技術の発達により宇宙居住が現実のものとなり、国際宇宙ステーションでの長期滞在が始まっている。さらに、2030年頃までには月面に基地を建設し、有人月探査計画を進めるとNASAが発表している。これらの宇宙居

* Nobuyasu YAMAGUCHI

1968年9月生

大阪大学大学院薬学研究科修了(1993年)

現在、大阪大学大学院薬学研究科 遺伝情報解析学分野(衛生化学) 准教授 博士(薬学) 環境微生物学

TEL : 06-6879-8172

FAX : 06-6879-8174

E-mail : yamaguti@phs.osaka-u.ac.jp

* Masao NASU

1950年9月生

大阪大学大学院医学研究科修了(1979年)

現在、大阪大学大学院薬学研究科 遺伝情報解析学分野(衛生化学) 教授 医学博士 環境微生物学

TEL : 06-6879-8171

FAX : 06-6879-8174

E-mail : nasu@phs.osaka-u.ac.jp

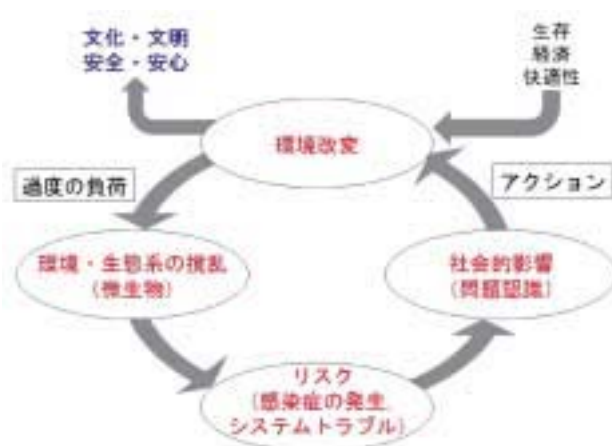


図1. 環境改变と感染症発生の環.

住空間においては、地上以上に水が貴重であるため、膜処理技術等を用いて水を繰り返し再利用する必要がある。この水の再生システムが十分に管理されない場合、システム内で病原微生物が増加し、感染症発生の原因となる可能性が考えられる。特に微小重力下では、ヒトの免疫能が低下し、一部の病原細菌のビルレンスが増加するとの報告もされている。そこで当研究室では、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」内で微生物モニタリングを行い、ヒトの滞在とともに微生物数や群集構造がどのように変化するかを明らかにすべく、JAXA（宇宙航空研究開発機構）と共同研究を始めている。

（２）微生物のバイオイメーjingとリアルタイム・モニタリング

環境変化と感染症発生の関係を究明するには、まず環境中の微生物の動態を理解することが必須である。そこで当研究室では、環境中の微生物を迅速かつ高精度に捉えるための新手法を作成している。

1980年以降の環境微生物学分野における研究の進展により、環境中には一般的な培養条件では検出できない細菌が多く存在することが明らかとなった。すなわち、コッホやパスツールにより考案され、主に病原微生物を対象として発展してきた培養法が、環境微生物学分野においてはゴールドスタンダードではなくなった。そこで、培養に依存せず環境中の微生物を捉えるために、核酸や生理活性、遺伝子情報などを可視化し検出するバイオイメーjing法の開発を進めている。具体的には、酵素活性をもつ細菌を特異的に検出可能な蛍光活性染色法、遺伝子配列を指標に細菌をシングルセルレベルで検出する *in situ* PCR 法、電子顕微鏡下で特定の属種の細菌を検出可能な電子顕微鏡 - *in situ* ハイブリダイゼーション (SEM-ISH) 法などである。いずれの手法もこの10年あまりの間に幅広い分野での応用が始まっている。蛍光活性染色法およびマイクロコロニー法は、迅速・高精度に生菌数（生きている細菌の数）を測定できることから、日本薬局方の参考情報「蛍光染色法による細菌数の迅速測定」として収載される予定である。

さらに当研究室では、これらの新手法をアジアの水環境の衛生微生物学的評価に応用すべく、国際共同研究を進めている。東南アジアでは経済が急速

に成長し、それとともに生活環境の開発が進んでいる。都市部では噴水等の親水空間の設置が盛んに行なわれ、また一部の地域では生活排水の流入にともなう水環境の汚染が深刻化している。このような背景のもと、水系感染症対策が大きな課題となっている。水環境中の病原細菌を迅速・高精度に捉え、リスクがある場合には的確な対策を迅速にとることにより、衛生的な生活の保証が可能となる。そこで、蛍光染色法を用いて東南アジア等の水環境の衛生微生物学的評価を迅速・高精度に行うために、微小デバイスを用いたシステムの作製を進めている（図2）。本システムの構築により、大腸菌やレジオネラの検出をリアルタイムに行なうことが可能となり、水系感染症の予防に貢献できるものと考えている。

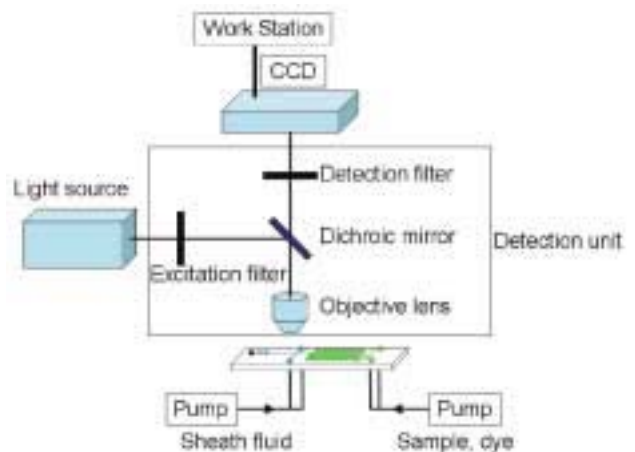


図2．作製した微生物モニタリングシステム．

（３）微生物の地球規模での移動と環境・健康への影響

生態系の根幹をなし、我々の生存に密接に関わっている微生物は、大気現象や海流によって地球規模で移動をしている。大気現象による微生物の移動やそれにとまなう健康への影響に関しては、未知である部分が多いにも関わらず、メディアやインターネット上などで、その有害性に関するニュースが流れている。そこで、科学的裏づけにもとづくリスク・コミュニケーションが重要となっている。当研究室では、黄砂を対象に、大気現象にとまなう微生物移動の実態の解明を進めている。

黄砂は、東アジアの沙漠域や黄土地帯から強風により大気中に舞い上がった土壌粒子が飛来する現象であり、日本では季節の風物詩として捉えられるこ

ともある。しかしながら、中国では黄砂は「砂塵暴」と呼ばれる自然災害であり、大量の砂塵の移動が健康疾患、農作物の被害、野外活動における障害などの原因となっている。韓国でも黄砂の飛来量の増大とともに、大きな社会問題・環境問題となっており、黄砂による大気汚染物質の移動に関する研究が進められている。日本への黄砂の飛来量は、毎年100万トン以上であると推測されている。当研究室では、日本に大量に飛来する黄砂の環境・生態系や健康に対する影響を、環境化学的な観点からだけではなく、環境微生物学的な側面から明らかにする必要があると考えている。そこで先述の新手法を用いて、黄砂上の細菌を可視化することにより細菌の長距離移動を実証し(図3)、さらにその量や属種を明らかにすべく、研究を進めている。

教育・指導

上記のように、当研究室ではタイ、中国等でサンプリングや実験を行い、国際共同研究を行なっている。また研究成果は積極的に海外の学会で発表して

いる。このような機会を通じて、学生が海外の環境や文化を感じ、研究室内だけでは得ることのできない知見を深めることができるよう、教育を行なっている。特に、指導的立場から国際的に活躍できる人材を養成すべく、「バランスよく広い視野で物事を捉える」ことを重視し、指導に当たっている。

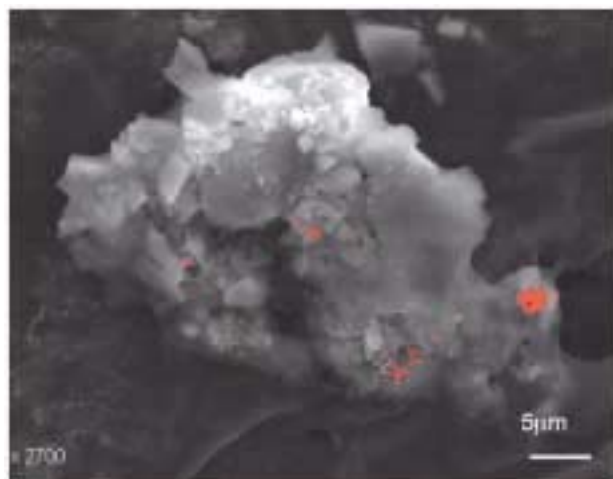


図3 . SEM-ISH法による黄砂粒子上の細菌の可視化 .
(画像右側の赤く見える部分が細菌)

