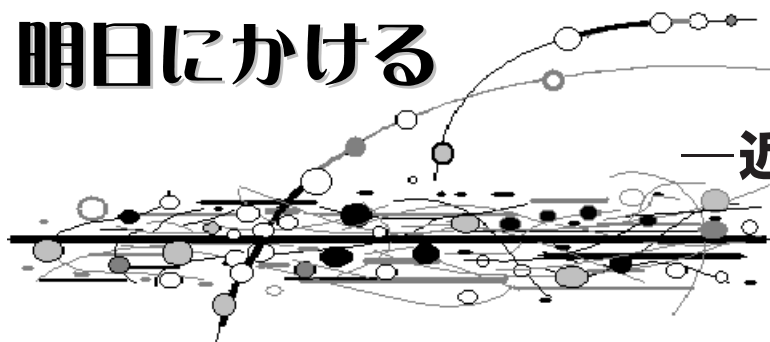


明日にかける



—近畿大学農学部 環境管理学科 環境化学研究室—



坂上吉一教授



森 美穂講師

近畿大学農学部環境管理学科環境化学研究室
Department of Environmental Management,
Faculty of Agriculture, Kinki University

坂上吉一
Yoshikazu SAKAGAMI

要旨

化学的並びに科学的な見地から自然の評価・コントロールを担っている環境化学研究室で実施している研究内容について紹介する。まず最初に微生物制御に関する研究として、環境調和型を目指した新規殺菌消毒剤の開発とその応用に関する研究、銀系化合物の有用性評価、ヒノキチオールと界面活性剤およびテルペンアルコール類との併用による環境微生物の制御効果に関する研究、各種モノカルボン酸類（日持ち向上剤成分）の食品保存分野への応用研究、新規開発繊維による微生物（ウイルスおよび細菌）の捕捉効果に関する研究およびニセアカシアの生物活性に関する基礎的研究を紹介した。次いで、バイオレメディエーション（環境修復）に関する研究、甲虫類（クワガタ）等の共生微生物叢の実態調査並びにその生物学的役割に関する研究、および海洋生物からの新規カロテノイド化合物の探索に関する研究についても合わせ紹介した。

1. はじめに

当研究室は近畿大学農学部環境管理学科に所属する研究室である。農学部は平成元年に本部（大阪府東大阪市）から分かれ、奈良市の西部に誕生し、現在に至っている。参考までに農学部の全景を示す

（写真1参照）。もともと里山だった奈良キャンパスは、雑木林が残り、希少動物が生息するなど、キャンパスそのものが貴重な研究素材であり、フィールドワークを通じて自然環境を学ぶことができる。また、環境管理学科は農学部内の学科編成にともない2005年4月に新しく誕生した学科である。製剤機械技術研究会の会員の皆様にはあまり馴染みはないかも知れないが、里山の破壊に代表される人間が過去におこなった環境破壊行為で生じた問題に対して、自然をより早く取り戻すことをコンセプトに誕生した学科である。生態学を専門とする先生も多いが、その中で化学的並びに科学的な見地から自然の評価・コントロールを担っているのが環境化学研究室である（図1参照）。



写真1 近畿大学農学部全景

● Keywords- microbial control, bioremediation, carotenoid,

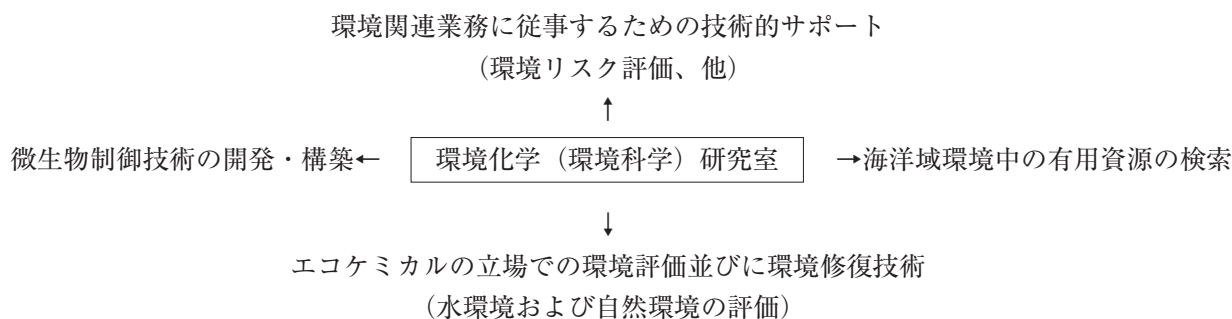


図1 環境化学研究室の特徴

当研究室は、2名の教員（坂上と森 講師）、5名の大学院生（修士課程）、19名の4年生および20名の3年生から構成されている（写真2参照）。当大学の農学部では3年次より研究室への配属が行われている。3年生は週に1回、4年生または院生の指導のもとに、研究室内で研究の基礎を学んでいる。研究室配属の学生数が多いため、研究テーマも多く、研究分野也多岐にわたっている。恵まれた自然環境の中で日々の研究に励んでいる当研究室の研究内容を以下に紹介する。

2. 研究内容の紹介

2.1 微生物制御に関する研究

微生物は環境生態系を底辺から支える重要な生物である。もし、地球上に微生物が存在しなければ、生物の死骸等が地球上に溜まり過ぎ、生態系が正常に機能しなくなると考えられる。地球上で環境の掃除屋として重要な役割を担っている微生物ではあるが、人間にとって有益なものばかりではなく、人間に対して悪さをする微生物（感染症や食中毒の原因微生物等）が存在する。これら人間にとって悪い微

生物を適切にコントロール（制御）する技術が微生物制御技術である。以下に、当研究室で実施している微生物制御技術を紹介する。

2.1.1 環境調和型を目指した新規殺菌消毒剤の開発とその応用に関する研究^{1,2)}

当研究室では企業との共同研究で、環境調和型新規殺菌消毒剤の開発と評価を行っている。HM-242 (1,2-dihydro-2,2-dimethyl-6-(4-methylbenzyl) amino-4-octylamino-1,3,5-triazine D-gluconate) の研究開発はその一つである。本化合物は、ビグアニド系の汎用殺菌消毒剤であるクロルヘキシジングルコン酸塩 (CHG) をスタート化合物とし、分子量並びに殺菌力を改良した環境調和型新規殺菌消毒剤である。新規殺菌消毒剤であるHM-242の黄色ブドウ球菌および緑膿菌に対する殺菌効果を *in vitro* および *in vivo* で検討した結果、HM-242は *in vitro* で優れた殺菌効力を有しており、*in vivo* でもラット背部に定着した菌に対して十分な消毒効果を示した。また、HM-242の殺菌作用を透過型電子顕微鏡で検討した結果でも、HM-242は低濃度で菌体に顕著な損傷効果を与えることが確認され、HM-242はCHG



写真2 環境化学研究室（教員および学生）

よりも優れた殺菌消毒剤となり得ることが示唆されている。

2.1.2 銀系化合物の有用性評価³⁾

トイレの黒ずみの発生は生活環境内で問題となるものの一つである。本研究では、黒ずみ形成のメカニズムの解明と、銀系化合物による黒ずみ形成の阻害効果の検討を行なった。黒ずみ形成に寄与する21種類の菌種について、ゼータ電位と菌の付着力の差異について検討した結果、ゼータ電位には顕著な差異は認められなかったが、菌の付着力は菌種により差異が観察され、*Klebsiella pneumoniae* (肺炎桿菌) の付着力が最も大きいことが明らかとなった。また、銀化合物の実際のトイレ環境下での抗菌効果を検証するため、銀化合物並びに銀配合水洗トイレ用芳香洗浄製品のトイレ周りに関係する5種類の細菌類に対する抗菌効果を検討した。その結果、滅菌精製水および1/100 NB中で、少なくとも銀濃度が10 µg/lで有用性 (2 Log以上の菌数低下) が認められ、トイレにおける衛生面を確保できる可能性が検証された。

2.1.3 ヒノキチオールと界面活性剤およびテルペンアルコール類との併用による環境微生物の制御効果に関する研究

ヒノキ科青森ヒバ等の樹木抽出成分のヒノキチオールは、特異なトロンボロン骨格と呼ばれる7員環を持つ芳香族化合物である。広範囲にわたる抗菌スペクトルと高い抗菌効果を示すことから、化粧品、養毛剤、皮膚病薬や食品添加物として使用されている。非イオン性界面活性剤である脂肪酸エステルや精油の成分であるテルペンアルコール類は、それらの有用性から化粧品や食品分野で広く使用されており、一部には抗菌性を示すものも報告されている。当研究室では、ヒノキチオールと界面活性剤またはテルペンアルコール類との併用使用による抗菌性の相乗効果の有無を評価することで、ヒノキチオールのさらなる有用性を探る研究を実施している。以下、研究の一部を紹介する。ヒノキチオールは単独でも、菌の増殖を抑制するが、ヒノキチオールと所定濃度に希釈調整した各供試薬剤を併用使用した場合、ほとんどのパターンで菌の抑制効果が向上することを見出した。特に各種テルペンアルコールとの併用による効果は顕著であり、併用することで、MIC (最小発育阻止濃度) を2段階低下させる効果が認められた。本研究の結果により、ヒノキチオールの抗菌

効果における新たな有用性が明らかとなり、今後は化粧品や食品分野への応用が期待される。

2.1.4 各種モノカルボン酸類 (日持ち向上剤成分) の食品保存分野への応用研究

乳化剤として汎用されているラウリン酸モノグリセリド、カプリン酸モノグリセリドおよびカプリル酸モノグリセリドと、食品添加物として使用されている各種有機酸並びに界面活性剤との併用による抗菌活性に及ぼす効果の有無を調べることで、より少ない添加物量での抗菌活性の向上を目指した研究を実施している。その結果、乳化剤と有機酸および界面活性剤の両方で良好な併用効果が認められ、現在はさらに実用化に向けた研究を進めている。

2.1.5 新規開発繊維による微生物 (ウイルスおよび細菌) の捕捉効果に関する研究⁴⁾

本研究はシキボウ株式会社の協力を得て実施している。病原微生物の捕捉効果が期待されるフェノール系化合物を繊維に付与した後、バインダーで固定した各種試作繊維および同繊維をJIS 0217 103法に基づいた方法により洗濯を50回行なった。それらの繊維を用いて、病原微生物の制御手段の一つである病原微生物の捕捉効果を検討している。その結果、対照繊維と比較して、黄色ブドウ球菌およびネコカリシウイルス (ノロウイルスの代替ウイルス) を良好に捕捉 (吸着) する試作繊維が認められている。今後は、試作繊維を沿岸海域に適用することにより、ノロウイルスの汚染が疑われる海域におけるウイルスの捕捉に応用できることや、試作繊維を病院等の医療施設で衣類やシーツおよびカーテン生地に使用することにより、病原微生物の捕捉に役立つことを示して行きたい。なお、現在は、その他の病原性細菌に対する捕捉効果を検討中である。

2.1.6 ニセアカシアの生物活性に関する基礎的研究

マメ科ハリエンジュ属のニセアカシアは、諸外国では街路樹などに使用されているが、日本では外来種として要注意外来生物リストに指定されている。外来種であるニセアカシアを駆除・管理対象物という視点ではなく、植物由来成分による有用な微生物制御剤の開発対象として、ニセアカシアの根の各部位 (側根・根皮・根材) に含まれる有効成分に関する研究を実施している。これまでに、根材部分に良好な抗菌作用を有することを見出しており、現在は

有効成分の同定等を検討中である。

2.2 バイオレメディエーション（環境修復）に関する研究

環境修復は環境管理学科内でも重要なテーマの一つである。我々の研究室では、現在、「奈良市近郊における土壤中の多環芳香族炭化水素類（PAHs）分解菌の検索並びに環境修復への応用研究」並びに「富雄川流域中のビスフェノールA分解菌並びに重金属吸着効果を有する微生物の検索」を主要な研究テーマとして研究を実施している。なお、書面の関係もあり、それらの詳細については省略する。

2.3 甲虫類（クワガタ）等の共生微生物叢の実態調査並びにその生物学的役割に関する研究

昆虫類のシロアリやカブトムシの幼虫は樹木や腐葉土を餌とし、森林環境の物質循環における消費者（分解者）として環境生態系で重要な役割を果たしている。また、これらの腸内には、多糖類を分解して宿主の消化作用やエネルギー獲得に寄与している共生微生物の存在が報告されている。日本の里山のコナラ、クヌギなどの広葉樹の倒木中にはコクワガタ（*Dorcus rectus*）幼虫が生息しており、コクワガタも樹木を餌とし、生態系の物質循環に重要な役割を果たしていると考えられる。しかし、コクワガタに関しては、森林環境における分解者としての役割並びに能力に対する情報は少ないのが実情である。そこで当研究室では、コクワガタの幼虫の腸内微生物叢の調査並びに多糖類分解能に関して総合的な検討を実施している。

2.4 海洋生物からの新規カロテノイド化合物の探索に関する研究

カロテノイドは、カロチンなどの一般名称で知られ、ウイルスを除くすべての動植物、原生生物に含まれる自然界に最も多く分布する脂溶性の天然色素である。一部を除いて、黄色～赤色の色調を呈し、その名称は、ニンジン（英名：Carrot 学名：*Daucus carota*）の学名に由来する。近年の研究で、多くの優れた予防医学的な知見を示すことが明らかとなり、既知カロテノイドの生理活性の多くは、プロビタミンA様作用と抗過酸化活性によるものと推測される。そのため、優れた生理活性を示す新規カロテノイドの探索のためのスクリーニングは重要な研究である。カロテノイドの研究は多く認められる

が、海洋微生物からのカロテノイドの精製と同定に関する研究はほとんど認められない⁵⁾。我々の研究室では、新規カロテノイドのスクリーニングを実施する場所として、沖縄県慶良間諸島および黒潮が流れる高知県南部に位置する柏島並びに（財）黒潮生物研究所付近の海域を選定し、カロテノイド産生微生物および海洋生物の探索を実施している。これまでに、黒潮生物研究所付近の海域から採取したオニヒトデから新規カロテノイドとして、4ketodeepoxyneoxanthin、4keto-4'-hydroxydiatoxanthin、3'-epigobiusxanthinおよび7,8-dihydrodiadinoxanthinを得ている⁶⁾。

3. 終わりに

製薬会社等における研究内容とは、若干かけ離れた分野であるとの印象を持たれる方が多いかも知れないが、微生物制御分野は製薬会社等でも重要な案件であると思われる。また、環境との調和は必要不可欠な事案と考えられる。自然との調和の中で研究を推進する立場を常に考えている当研究室を少しでもご理解いただけることを期待し、当研究室での研究紹介を終えたい。

参考文献

- 1) 奥西淳二、西村公志、高田輝、山口羽衣子、森美穂、前田四郎、前田拓也、西原力、米虫節夫、坂上吉一：新規殺菌消毒剤HM-242のStaphylococcus aureusに対する殺菌特性並びに作用機序の解明，防菌防黴，38, 501-508（2010）
- 2) J. OKUNISHI, H. NISHIMURA, A. TAKADA, T. INADA, S. MAEDA, T. MAEDA, T. NISHIHARA, S. KOMEMUSHI, and Y. SAKAGAMI: Bactericidal Effect of HM-242, a Novel Disinfectant, against *Pseudomonas aeruginosa*, *Biocontrol Sci.*, 15, 7-13（2010）
- 3) 坂上吉一、袋瀬直晃、森美穂、五味満裕、大崎幸彦、懸橋里枝、山村伸吾：トイレ環境に生息する細菌類に対する銀化合物の抗菌効果の検証，防菌防黴（2010, In press）
- 4) 坂上吉一、小松春香、米虫節夫、永末有美、山崎謙治：各種試作繊維による病原微生物の捕捉効果に関する研究、第20回微生物シンポジウム（2008年9月4日、5日、岐阜）
- 5) 住谷保治（指導：坂上吉一）：近畿大学大学院 農学研究科環境管理学専攻 博士論文「海洋資源由来のカロテノイド産生微生物の探索とその応用に関する諸研究」（2008年3月）
- 6) Maoka T., Akimoto N., Terada Y., Komemushi S., Harada R., Sameshima N., and Sakagami Y., *J. Natural Products*, 73, 675-678（2010）