

## 巻 頭 言

### 次世代環境バイオテクノロジーの夜明け前

森 川 正 章

本冊子が会員の手元に届く頃には、元号が平成から令和になっているのだろう。昭和の64年間は元号としてダントツに長かったが、平成31年というのも明治45年と応永35年（室町時代）に次いで長寿元号である。まだなんとなくピンとこないが令和も長く続くことを祈りたい。その一方で、あと2年待って2021年に改元してもらえれば、西暦との換算が楽だったのになあとも思う。さて平成18年頃に登場した、いわゆる次世代シーケンサーによって一昔前ではまったくの夢話であった、培養を介さず網羅的に微生物遺伝子を解析するメタゲノム解析なるものが現実化した。その結果、環境ゲノムというちょっと不思議な言葉が生まれ、環境微生物学の分野に革命をもたらしたと言っても過言ではない。

ルイ=パスツールの時代からおよそ130年経つが、自然環境のなかにおいて動物や植物が目に見えない無数の微生物と共生して暮らしていることは、いまや小中学生でも知るところとなっている。この共生微生物を含めた生物個体の生態学的単位を **holobiont** という。宿主と共生する微生物群のメタゲノム情報からは、個々の細胞レベルから **holobiont** レベルの一連の代謝や栄養共生の構造、さらには微生物群集としての宿主への影響などをおおまかに推定することが可能である。加えてトランスクリプトームやメタボローム解析技術の速度や感度の向上によって、宿主生物と共生微生物との相互作用を分子レベルでタイムラプス解析することもいずれ可能になるであろう。既に一細胞ゲノム解析も現実的となっている状況のなかで、これにビッグデータ情報解析技術やAI技術などが加わると、環境微生物学はさらにどう変わって行くのであろうか。パスツール微生物学の研究手法が身に染みついて、30年間ひたすら寒天平板のコロニーを追い続けることしかしてこなかった、頭のかたい老兵の出る幕もあとわずかである。当学会のまさに、次世代リサーチャー諸子の斬新な発想で新技術の開発や「へえ〜ほんまでっか？」が数多く発見され、日本の環境バイオテクノロジーに新たな潮流が生まれることを心から願っている。

さてここ数年、共生微生物（とくに細菌）に備わった生理機能について、宿主との相互作用の観点から見た相利性や合目的性に感心することが多い。ヒトを含む動物の表皮（epidermis）に遍在する表皮ぶどう球菌 *Staphylococcus epidermidis* は、分泌生産する環状抗菌ペプチドによって溶血レンサ球菌など病原菌の宿主感染防除に寄与しているだけでなく、宿主の自然免疫応答反応を促進していることが示唆されている。また、口腔内細菌では *Streptococcus mutans* いわゆるミュータンス菌はショ糖から乳酸を生成して虫歯の原因となることでよく知られているが、この乳酸を代謝して細胞外多糖を著量生産する *Veillonella* 属細菌群との共存によって安定な歯垢を形成している。一方、おなじ、*Streptococcus* でも唾液（saliva）細菌群のおよそ半数を占める *Streptococcus salivarius* は、10種類もの抗菌ペプチドを分泌してこの *Veillonella* 属細菌をはじめとする口腔内のグラム陰性細菌群の生育を抑制し、口腔内の健全な環境維持に貢献してくれている。健常者に比べてパーキンソン病患者の口腔内にはグラム陰性細菌群が顕著に多いことを考えると、*S. salivarius* の数や機能が低下している可能性が示唆される。さらに、*S. salivarius* が *S. mutans* のバイオフィーム形成を阻害することも報告されており、虫歯すらも防いでくれているらしい。なるほど、よだれの多い子供は虫歯になりにくいという話も一理あるのかも知れない。生物の進化も共生微生物を抜きにして語るとはできないという立場に筆者は共感を覚える（Bordenstein and Theis, 2015）。最後に手前味噌で恐縮であるが、浮遊性水生植物ウキクサ **holobiont** に関する話題を少し紹介させて頂きたい。

野生のウキクサを次亜塩素酸処理によって無菌状態にしたウキクサを栄養の少ない条件で継代培養しておくくと、いくつかのストレス応答遺伝子群が高発現するようになる。一方、この無菌ウキクサの表層に成長促進細菌を共生させると同遺伝子群の発現量が有意に低下することが示唆されている（京都大・小山ら私信）。また、この無菌ウキクサをもともと生息していた池水に戻してやると、わずか4時間程度でウキクサの表層

が池水の細菌に覆われるようになる。ここで興味深いのは、付着量の多い8種類の細菌群のうち7種がウキクサの生育を促進（抑制を解除）する、つまり成長促進細菌であったことである（Yamakawa *et al.*, 2018）。これらのことから、ウキクサは表層細菌群と生活を共にすることがストレスの少ない健全な状態であり、根浸出液を求めて迫り来る無数の環境細菌群のなかから、自らにとって都合の良いものを選抜して身にまわって共存共栄しているかのように見える。最大の植物バイオマス生産速度を実現するウキクサ holobiont の菌叢を AI が瞬時に提示してくれる次世代環境バイオテクノロジーも、令和 20 年頃には到来しているような予感がする。その最適解を無情に見せられるよりもすこし前の現代において、限られた情報と経験とそして勘をたよりに非効率的な手法で holobiont 再構築をめざして、幸運を願いつつ一喜一憂できることをしみじみと喜びに思う今日この頃である。

(環境バイオテクノロジー学会副会長)