



「共生工学」の創生をめざして

室岡 義勝*

Development of Symbiotic Engineering

Key Words : Symbiosis, bioremediation, *Astragalus sinicus*, *Rhizobium*, nodulation

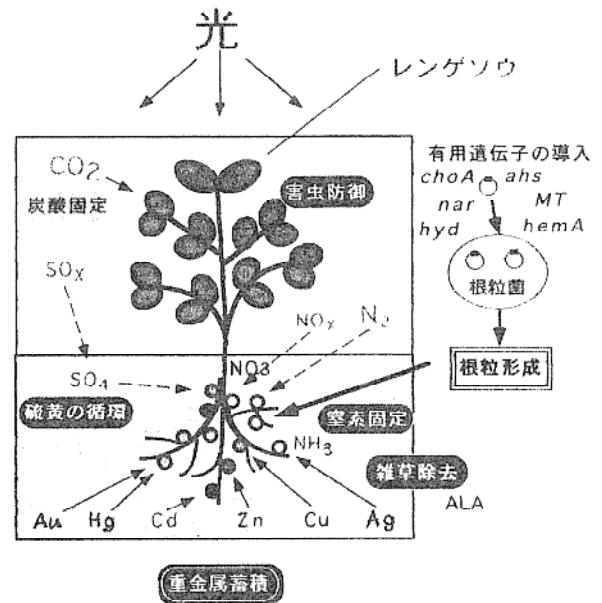
1. 我ら生物みな兄弟

地球惑星に誕生した生命は、分子・生物進化をとげて、現在、私たちヒトを含めた多種多様な生物種として存在している。ところが、毎年、数万種類もの貴重な生物種が、環境変化によって消滅していると言われていた。ところでこの多種多様な生物種は、未だかつて試験管内純粋培養のように単一の種のみが地球上に隔離して生存したことはない。私達ヒトを含めて生物は互いに争いながらも共存してきた。生命の歴史から見るとわずか数秒の間に、ヒトは他の生物種との共存を無視して、優生種として振る舞ってきた。現在このヒトが造り上げた文化と技術による地球の破壊が深刻となっている。「バイオテクノロジー」はこれにどのように対処できるであろうか。当研究室では今、かつて兄弟どうしであった生物種が互いに共存するために獲得した優れた形態としての共生系を研究し、地球生態系を乱さない「新しい機能を取り入れた種の創造」と「共生工学」の確立に取り組んで

いる。そこには、研究者を魅了してやまない、生物の多様性に駆ける科学のロマンがある。

2. 植物と細菌との共生機構の解明

この共生系を解明する材料として、レンゲソウ(蓮華草)に着目した。かつて、田植え前の稲



Recycling of inorganic compounds

Bioremediation
Preservation of environment
Sustaining agricultural productivity

図1 レンゲソウとその根粒菌との共生をモデルとした「共生工学」の創生。(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)にこの図を提案し平成9年度の優秀研究企画に選ばれた。

* Yoshikatsu MUROOKA
1942年1月7日生
昭和41年大阪大学大学院工学研究科醗酵工学専攻修士修了
現在、大阪大学大学院、工学研究科、応用生物学専攻、教授、工学博士、生物工学
TEL 06-879-7416
FAX 06-879-7418
E-Mail murooka@res.bio.eng.osaka-u.ac.jp



田を覆い尽くしていたピンクの絨毯は、中国では2,000年も前から、日本では近年田圃の富沃化に用いられてきたが、現在、日本のみならず中国においてもその作付けは激減し、化学肥料の大量使用に置き換わっている。レンゲソウは秋に種を蒔き、芽生えの後、越冬し、春になると一斉に甘い花を咲かせる。この花は蜜蜂による糖蜜源として今でも重宝されている。根には根粒がびっしりと付いている。私たちは日本産のレンゲソウから分離した根粒細菌をリゾビウム *ファクイ bv. レンゲ* と名付けた。この根粒細菌がレンゲソウの根毛に感染して根粒を作り、バクテロイドとなって、空気中の窒素をアンモニアに変換し、植物に直接窒素源を供給する。従って、レンゲソウを鋤込んだ田圃には化学窒素肥料を必要としなかった。

植物側の根毛はフラボノイドを分泌し、これを根粒菌内の NodD タンパク質が認識して根粒形成遺伝子群の発現を誘導し、オリゴ多糖誘導体の根粒形成因子を分泌する。この因子が宿主植物を認識することにより、根粒菌は根毛に感染して、根の細胞分化を誘導し、根粒を形成する。植物側はエネルギー源としての糖やアミノ酸をバクテロイドに供給して共生関係が成立している。当研究室の林誠助手らは、この生物種間の情報伝達機構の分子遺伝子レベルでの解明を行っている。この機構解明によって、将来、根粒を形成しないイネ等の穀物に根粒形成遺伝子群を導入して、効率の良い共生系を作り、化学肥料の使用を最小限にとどめることが期待できる。

3. 環境遺伝生化学研究

生態系の情報ネットワークの仕組みを理解することは、地球環境保全・浄化に役立つことができる。当研究室の小野比佐好助手らは、耐塩性菌の耐塩機構の遺伝生化学的解明により塩害に耐え、砂漠で育つ植物種の創造を目指した研究をしている。また、山下光雄助教授らは、硫黄やアミノ化合物の代謝遺伝子調節機構の解明と分子間ネットワークを理解する分子生物学研究、硫黄酸化物の固定の研究、およびカドミウム、銅、水銀などの重金属を特異的に結合する

金属を集めるタンパク質 (メタロチオネイン)

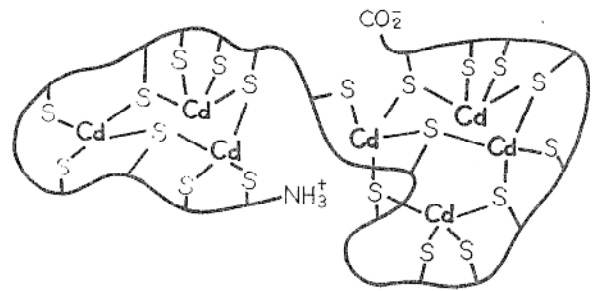


図2 重金属結合タンパク質。ヒトメタロチオネイン遺伝子を全化学合成して大腸菌で発現させ、タンパク質工学によりアミノ酸を置換して金属結合能を改変している。このタンパク質の植物での発現を検討している。

タンパク質の工学的変換や細菌表面への吸着、さらに植物によるバイオレメディエーションをとうして、地球環境浄化の一部に役立てるべく研究している。

4. 多機能根粒菌の育種

根粒菌は酸素制限下において、ニトロゲナーゼにより窒素固定反応を行う。この酵素とその制御遺伝子及び根粒形成因子の生合成系遺伝子群は根粒菌内の巨大プラスミド上にコードされている。現在、橋本義照博士研究員を中心にこの巨大プラスミドの全体像の解明を急いでいる。この根粒菌に、さらに多くの有用な機能を付加することにより、共生系により広範な利用が可能となるだろう。例えば、当研究室で研究が進んでいる、Cd, Zn, Cu, Hg等の重金属を結合するヒトのメタロチオネインを大腸菌で発現し、タンパク質工学により金属の選択結合能を改良したもの、あるいは硫酸エステル分解酵素やコレステロール分解酵素系の遺伝子を根粒菌に導入し、植物に根粒を形成させようとしている。このことにより、汚染土壌の重金属除去や硫黄化合物の利用あるいはコレステロールの分解などを宿主植物をとうして機能させることができるであろう。

5. 共生工学の創生

生物種間の共生機構を明らかにし、工学的な共生系をデザインすることを、「共生工学」と

名付けることとした。共生工学は学際を越えた新たな化学分野の創生である。多種多様な生物種間の共生系を明らかにし、さらに人工的に共生系を構築することにより、エネルギー循環効率を高め、環境低付加型の共生技術を開発できるに違いない。東南アジアで見られる酸性土壌や砂漠地帯の乾燥・高塩土壌に適したマメ科植物や樹木およびそれに根粒を作る細菌の育種、植物寄生菌・病原菌の共生と病原性のメカニズムの解明あるいは無農薬、バイオロジカルコン

トロールとしての害虫耐性トランスジェニック植物の創造などの研究がこれにあたる。

私たちの研究哲学は、バイオテクノロジー(生物工学)を金儲けのためではなく、人類を含めた地球上の多種多様な生物の共存のために駆使したい、である。そのための基礎理論と技術開発をめざしている。「共生工学」はその内、工学を進化させて、生物が共存するための「共生社会科学」の学問分野を拓くかもしれない。

