

重ねる

等身大のローカルな現象と惑星レベルのグローバルな現象。これを重ねてみることで、農学固有の発想が生まれ、農学に持続的な駆動力が与えられるような気がします。わかりやすい例が資源環境保全の問題です。

コモنزの悲劇という言葉をご存知の方も多いと思います。1968年にサイエンス誌に発表されたハーディンの論文の題名です。地球の人口と環境の問題を、共有の放牧地すなわちコモنزの問題と重ね合わせて論じたものです。牛飼いの利己的な増頭行動で共有地の植生が崩壊するメカニズムが、地球環境劣化のメカニズムと本質的に同型だということです。論文は大きな反響を呼びました。

けれども、本物のコモنزとは自壊することなく持続的に機能していました。コモنزには人々の利己心を抑制するルールが存在し、それが資源の合理的な利用を支えてきたのです。日本のコモنزである農業用の水利施設や里山の共有林にも、人間の知恵が生み出したルールを確認することができます。もともと農林漁業は、共同行動の規範づくりを含めて、地域の資源を持続的に利用する工夫の中で営まれてきたのです。

現代社会に生きる私たちに求められていること、それはローカルなコモنزの知恵をグローバルなコモنزの挑戦に結びつけることだと思います。ハーディンは、グローバルな問題とローカルな問題をいわばネガのかたちで重ねてみせました。これに対して国際化した農学の原点は、等身大の知恵と経験を惑星レベルの協調行動につなぐという意味で、問題をポジティブに重ねるところにあるのです。



東京大学大学院農学生命科学研究科長・農学部長
生源寺 眞一

農学生命科学に関わる伝統産業には不思議がいっぱい潜んでいます。真珠養殖産業もそのひとつ。その養殖技術は日本で確立され、世界に広く普及しています。最近、われわれは真珠光沢の原因となっている貝殻構造の形成に関わっているタンパク質を発見しました。



応用生命化学専攻
生物有機化学研究室
ながさわひろみち
長澤寛道 教授

生物が無機鉱物を作る作用をバイオミネラリゼーションと呼んでいます。脊椎動物の骨や貝殻などを作る作用が含まれます。真珠は古くから生物が作った宝石として珍重されてきました。アコヤガイは養殖真珠の母貝になっています。貝殻の外側(稜柱層)と内側(真珠層)はまったく異なる物理構造をもっています。この内側が真珠と同じ光沢をもっています(写真1)。この光沢は、真珠層が炭酸カルシウムの板状のあられ石結晶と有機物の薄膜(有機膜)が交互に規則正しく積み重なった構造のために、それぞれの層で反射する光の干渉作用によって起こります。貝がどのようにしてこのような構造を作るのか、なぜ熱力学的に不安定な結晶であるあられ石結晶になるのかは、長い間の謎でした。

貝殻の中に含まれる微量の有機物がこの謎を解く鍵になることは以前から推定されていました。われわれは真珠層中にあられ石結晶に特異的に結合するタンパク質(Pif 80)が存在することを発見しました。このタンパク質をコードするcDNAはその上流にもうひとつ別のタンパク質(Pif 97)もコードしており、Pif 97が他のタンパク質と結合する配列およびキチン結合配列を有していることがわかりました。部分精製したPif タンパク質複合体存在下で炭酸カルシウム結晶を作らせると、真珠層に含まれている結晶と類似のあられ石結晶が形成されました。また、RNA干渉という方法を用いてPifタンパク質の合成量を低下させましたところ、規則正しい真珠層の層状の構造が形成できなくなることがわかりました。以上の結果

から、Pifタンパク質複合体があられ石誘導および層状構造の形成に深く関わっていることがわかりました(図1)。将来はこのタンパク質を利用して良質の真珠を生産する技術に発展させたいと考えています。



写真1 アコヤガイ貝殻と真珠
真珠は、他の貝殻から作られた球形の核および外套膜片をいっしょにアコヤガイの卵巣に挿入した後、外套膜細胞が分裂して形成される袋の中で形成されます。その物理構造は貝殻の真珠層と同じです。

バイオミネラリゼーションと真珠層形成に関わるタンパク質

Pearls and Novel Matrix Proteins



図1 真珠層形成におけるPifタンパク質の役割

外套膜上皮細胞から分泌されたPifタンパク質複合体(Pif97とPif80とが結合したもの)はキチン繊維に結合するとともに、他のタンパク質が結合してキチン・タンパク質複合体を形成し、炭酸カルシウムを濃縮してあられ石結晶形成を誘導します。この過程を繰り返すことによって真珠層構造が形成されます。

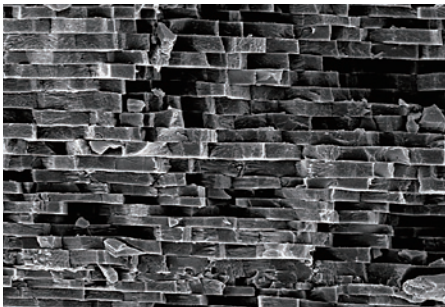
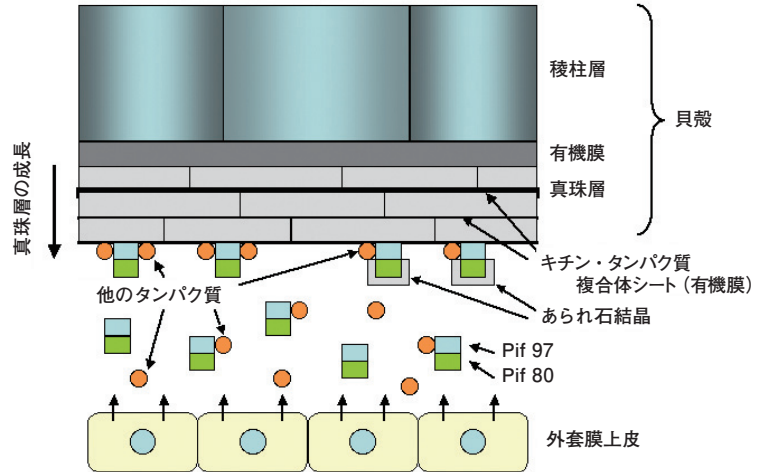


写真2 アコヤガイ真珠層の断面

教えて! Q&A

あられ石結晶

炭酸カルシウム結晶には炭酸とカルシウムの空間的な配置の違いによる結晶系の異なる結晶が3種類存在し、安定な方から方解石、あられ石、ファースライトと呼ばれています。生物は必ずしも最安定の方解石を利用するわけではなく、真珠層のようにあられ石を選択するものもあります。

真珠層の構造

真珠層は、キチン・タンパク質複合体からなる有機膜とその有機膜で仕切られた空間の中に形成されるあられ石結晶の規則的な積み重なりでできています。この層の厚さはほぼ均一で200～300ナノメートルです。(写真2)

