

水中の膜近傍の分子間相互作用により合成される最初の表在性タンパク質

The synthesis of primitive surface protein by interaction among molecules at juxtamembrane in the water

唐澤信司 (宮城高専 名誉教授)

Shinji Karasawa (Miyagi National College of Technology: Professor emeritus)

[はじめに]

水面や気泡の界面の水中では近傍の水の分子が界面に配向して次々と水素結合し、その影響が 20 分子層程度は及ぶといわれているが、ミクロな世界では分子の反応は熱運動により一様に進むとは限らない。アミノ酸は水に溶けるが油に溶けない。しかし、界面の膜に吸着するアミノ酸の側鎖は膜に組み込まれる。膜に吸着したアミノ酸の分子の熱運動が抑えられる。そのアミノ酸のペプチド結合の分解も吸着で抑えられるのでタンパク質の糸が膜に吸着して合成される。実際に、炭酸水に鉄の粉末を加えるとできる気泡はアミノ酸を加えると寿命が長くなる。有機分子の膜でタンパク質が合成されることがあるという仮説を提案する。

[水の分子の熱運動による有機分子の合成と分解]

原始地球において、紫外線が降り注ぎ、マントル対流が激しい炭酸水の海の海底火山で噴出した鉄などの酸化等により脱酸素した水素、炭素、大気中の窒素などの原子からアミノ酸を含めて種々の有機分子が作られた。実際に炭酸水に鉄の粉末を加えると気泡ができるが、鉄が酸化する時に二酸化炭素の酸素原子が奪われ、遊離した炭素原子は鉄に結びつき、その鉄炭化物が水の酸素原子を奪う [1]。液体の水の分子は四面体単位として水素結合で連結するので様々な構造ができる。水中では分子の熱運動があつて隣接する分子の組み合わせが入れ替わっている。他方、炭素原子は酸素原子とほぼ同じ大きさの共有結合半径を持ち、四面体型に結合する。そこで、水中の有機分子が界面を境界条件にして熱運動で配列される。

[膜の界面における表在性構造タンパク質の合成]

親水部が大きい有機分子が集まると小さな球状のミセルとなるが、疎水部の大きい場合には疎水部を内側にしたりリポソームを形成する。他方、油に溶けずに水に溶けるアミノ酸は水面の膜やリポソームに吸着する側鎖を持っているものがある。膜に吸着したアミノ酸分子は別のアミノ酸分子とペプチド結合をしてアミノ酸を連結したタンパク質の糸を作る。膜はアミノ酸分子により側鎖やタンパク質を組み込み種々の機能を備えることができた。

[膜の組織とそれを構成する有機分子の進化]

炭酸水に鉄粉を加えてできる気泡は膜を構築する分子を供給することにより壊れかけても直ちに修復できる仕組みで寿命を長くしている。水溶液中の膜は分子が分子間力で組織されたもので特定の分子を吸着できる。アミノ酸を組み込み寿命が長くなった膜では合成と分解の反応を循環させることもできる。また、海水中に含まれるリンの原子などを付着させて入れ替えることにより膜内に組み込むこともできる。組み合わせた分子や組織の部分を単位に組織して新たな膜ができる。さらに、リポソームを飲み込んだリポソームもできる。RNA や DNA を介在せずに最初に構造タンパク質が合成されることがあったと考えられる。

[まとめ]

最初のタンパク質が合成された過程に関する仮説を提案した。水中で有機分子が生成されると膜ができ、膜に接する水の界面では分子が熱運動で入れ替えられて特定の分子が膜に吸着する。膜に吸着する特定のアミノ酸を脱水結合すると表在性構造タンパク質が合成できて、タンパク質を組み込んで長寿命となった膜が新たな機能を獲得する仕組みとなった。

[参考文献] [1] S. Karasawa, "Inorganic production of membranes together with iron carbide via oxidization of iron in the water that includes carbon dioxide plentifully", AbSciCon2010, Prebiotic Evolution: From Chemistry to Life II, League City, Texas, Apr.27, 2010.