蛋白質の発酵生産と食糧への応用

鵜高 重三*, 塚越 規弘*

将来の食糧問題を持ちだすまでもなく、現時点でも蛋白質の補給はいろいろの問題点がある。食品としてのアミノ酸バランスや、飼料からの転換率など、ただむやみに蛋白質を増やすことのみを目標とするわけにはゆかない。しかし、従来にない発想で炭水化物から蛋白質への転換を考えてよい。むしろ、この転換には生物が介在するのだが、増殖の早い微生物に菌体外へ分泌させる試みはこの一つである。

蛋白質は多種多様な構造と機能を持っており、生物は蛋白質の働きで生きているといっても過言ではない。それゆえ、蛋白質を食べないと必要な蛋白質を合成できないわれわれ人間にとっても、蛋白質は食糧として欠くことのできない大切な栄養分なのである。この蛋白質の研究は、現在も結晶蛋白質の立体構造、酵素蛋白質の機能、ペプチドホルモンの作用機作、蛋白質の栄養価など、世界中で日夜精力的に行なわれている。

一方、微生物の利用は多岐にわたり、われわれの生活に関係深い物質、すなわち、アミノ酸、スクレオチド、抗生物質などの発酵生産が可能となつてから久しい。微生物工業を中心としたバイオテクノロジーは現代では最も有望な工業の1つに成長しつつある。このような時期に、上記のように人間にとって（生物にとって）重要な蛋白質を微生物を用いて効率よく生産しようと思つたのは自然の成り行きであつた。

蛋白質を微生物によって大量に、安価に生産しようとする試みには長い歴史がある。第一次大戦で食糧難に陥つたドイツでトルラ酵母を大量培養したのが始まりで、約20年前からパラフィン（石油の一区分）を原料として酵母を大量生産し、飼料としての利用を旨とした研究が盛んになった。しかし、石油価格の高騰や安全性の問題などから、最近ではメタノールを原料とする微生物菌体の生産が主流になりつつある⁽¹⁾。これらの場合

は、いずれも微生物細胞中の蛋白質を利用するのに対し、以下述べる筆者らの方法では、微生物が分泌して菌体外に生産する蛋白質そのものを用いる点に大きな特色があり、これまでの方法と基本的にかなり異なる蛋白質の新しい発酵生産方式といえるのではなからうか。たとえていえば、これまでの方法は肉牛の飼育に相当し、新しい方法は乳牛でミルクを生産するのに似ている。

1. 蛋白質生産菌の分離

研究を始めた約10年前には、蛋白質の菌体外大量生産はまったく未知の事柄であつた。古くから微生物が酵素を分泌することは知られていたが、蛋白質としての分泌量は非常にわずかなもので、果たして蛋白質をアミノ酸などの場合のように効率よく生成・分泌するような微生物が自然界に存在するのかどうか見当もつかなかった。しかし、この場合も、あらゆる可能性を微生物に求めるといふ農芸化学、応用微生物学の伝統に従い、生産菌のスクリーニングを行なうことによって面白い展開を遂げることができた。

蛋白質がトリクロル酢酸のような変性剤で白濁することを利用する方法で、寒天平板培地上で多数の細菌をテストした結果、多量の蛋白質を菌体外に生産する一群の細菌が見いだされた⁽²⁾。少量の蛋白質を分泌する細菌は珍しくない（テストした菌の約20%）が、多量に分泌する細菌は非常に限定されていた。スクリーニングによって見いだされた蛋白質生産菌5株は、1株を除き *Bacillus*

* Shigezo UDAKA, Norihiro TSUKAGOSHI,
名古屋大学農学部食品工業化学科

brevis に分類され、1 菌株は *B. brevis* に似ているが相違点も多いので、新種として *Bacillus proteiformans* と命名された。*B. brevis* に属する細菌であっても、蛋白質の生産性が低い菌株も存在し、上記の土壌より分離された *B. brevis* は特別に蛋白質生産性の良い細菌であった。

特定の蛋白質を特異的に分泌し、培地中に高濃度蓄積するような微生物を“蛋白質生産菌”と呼ぶことを筆者らは提唱したい。最近、蛋白質の菌体外生産に関する報告がいくつか出されている。すなわち、赤木らは酵母による菌体外蛋白質の生産を試みているし、高橋らはガス状のブタンを唯一の炭素源として増殖する細菌の場合、菌体生産と同時に多量の菌体外蛋白質が生産されることを見いだしている⁽³⁾。しかし、筆者らの分離した *B. brevis* 以外には、明瞭に蛋白質生産菌といえるような微生物は未だ見いだされていない。一方、蛋白質非生産菌であっても、変異によって生産菌となる可能性はあり、たとえば大腸菌の野性株は蛋白質をまったく分泌しないが、大腸菌よりえられた変異株ではかなりの量の蛋白質が蓄積することを筆者らはすでに報告した⁽⁴⁾。

2. 蛋白質の生産条件

1) 栄養豊富な培地における蛋白質の生産⁽⁵⁾

酵母エキス、肉エキスのような栄養分を含む培地に蛋白質生産菌 *B. brevis* 47 はよく生育するが、蛋白質の蓄積はほとんど見られなかった。しかし、国産のポリペプトンは本菌の増殖と著量の蛋白質蓄積をもたらした。これらの天然栄養成分を種々組み合わせで検討した結果、その増殖を促進する酵母エキスのような成分にポリペプトンを加えた培地で良好な結果（1 l 当たり約 7 g の蛋白質生産）が得られた。

ポリペプトンはカゼインの酵素による加水分解物で、アミノ酸と種々の大きさのペプチドから成っている。アミノ酸の混合物には蛋白質の蓄積をもたらすような作用はないので、ポリペプトンを大きさで分別して調べたところ、分子量 2,000～3,000 のポリペプチド区分に蛋白質の分泌を促進するような作用が認められた。

図1 蛋白質生産の発酵経過

蛋白質生産菌 *Bacillus brevis* 47 を、栄養豊富な培地で好氣的に 34°C で培養した。培養液の pH は 8 に制御した。

●：菌体外蛋白質，○：菌の生育，△：グルコース濃度，□：pH。

ポリペプチドを含む生産培地に各種アミノ酸を加えて影響を調べたところ、グリシンとイソロイシンに明確な蛋白質生産促進効果が認められ、それぞれに蛋白質の蓄積量を数十%増やす結果が得られた。グリシンは蛋白質の分泌を促進するが、菌の増殖は抑制する傾向を示し、イソロイシンは菌体内外の蛋白質の合成を促進した。この2種のアミノ酸を最適濃度同時に添加すると、蛋白質生産量は加えない場合のほぼ2倍、すなわち 12 g/l になった。その発酵過程を図1に示す。

2) 糖と無機窒素源を主成分とする培地における蛋白質の生産⁽⁶⁾

本蛋白質生産菌は糖、アンモニア、無機質を含む合成培地に生育が可能であるが、蛋白質の生産効率率は低かった。無機成分の種類と最適濃度を検討した結果、原料の糖の 5～10%（重量比）が蛋白質に変換するのみであった。収量をあげるために、生産菌の変異による改良や蛋白質の分泌を促進する因子を種々の化合物について追求した結果、合成培地によく生育する菌に細胞壁合成阻害剤を適量添加すると蛋白質蓄積量が著しく増加

図2 簡単な合成培地における蛋白質の発酵生産
蛋白質生産菌を糖とアンモニアを唯一の炭素源、窒素源とする無機塩培地に好氣的に培養した。Aの場合には24時間培養後にバントラシンを添加した(矢印)。Bは薬品を加えない対照実験である。

●: 菌体外蛋白質, ○: 菌の生育, △: グルコース濃度, □: pH.

することが認められた。

細菌の形(球状、桿状など)は細胞を覆っているペプチドグリカン層によって決められているが、この成分の生合成を特異的に阻害する物質として、ペニシリンのような β -ラクタム抗生物質、 α -サイクロセリン、バントラシンなどがある。これらの阻害剤の中、たとえばバントラシンを対数増殖期の培養液に加えると、蛋白質生産量は加えない場合に比較して約3倍増加したが、菌体の増殖にはあまり影響を与えなかった(図2)。

バントラシンのような阻害剤は蛋白質合成自身にはほとんど影響を与えないで、細胞表層、特にペプチドグリカン層に変化を与えることによって、直接的かあるいは間接的に蛋白質の分泌を促進するものと推定された。このような結果から、糖質とアンモニアを含む簡単な合成培地でも蛋白質の効率的な大量生産が可能であることが示され、菌体を除いた培養液1l中に9gの蛋白質が生産された。この場合の蛋白質生産収率は原料の糖の重さの約20%であった。菌体中には1l当たり約3gの蛋白質が含まれているので、菌体内外の蛋白質を合わせると、12gの蛋白質が50gのグルコースから生合成されたことになる。グルコースのような糖から得られる菌体収量は、一般に乾燥重量として糖の重さの約半分であり、蛋白質は菌体の60%ぐらいの場合が多いことが知られている。したがって、50gのグルコースから効率よく

生合成されれば15gの蛋白質が得られることが期待される。実際には12g生合成されたので期待値の約80%に相当し、筆者らの用いている蛋白質生産菌の生産効率が優れていることが明らかである。

3. 菌体外蛋白質の性質

本菌による菌体外の生産物は主として2種類の蛋白質であり、ポリアクリルアミドゲルの電気泳動で調べると、それらの蛋白質の分子量は約13万と15万で比較的大きなものであった(図3中の濃く染まっている蛋白質バンド)。菌体外蛋白質(2種以上の蛋白質を含む)のアミノ酸組成は培地組成の違いで蛋白質生産量が異なってもほぼ一定しており、表に示すように、細菌に見いだされる蛋白質としては、リジン含量が非常に多いのが特徴と思われた。また、その等電点はpH4.3付近にあり、菌体外蛋白質の90%以上は培養上澄液のpHを等電点に合せることによって沈殿として簡単に回収できた。

図3 菌体外蛋白質のゲル電気泳動像

SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動後、蛋白質を染色して蛋白質組成と分子量を検討した結果を示す。No.1とNo.5は蛋白質生産菌の培養液上澄の蛋白質。No.2~4は表層膜から離脱した蛋白質(後述)。No.6は分子量マーカー。

菌体外蛋白質のアミノ酸組成*

アミノ酸	含有率 (%)	アミノ酸	含有率 (%)
Lys	9.6	Ala	6.4
His	1.5	Cys	0.4
Arg	4.3	Val	9.2
Asp	13.5	Met	2.5
Thr	6.3	Ile	5.3
Ser	3.8	Leu	7.4
Glu	11.8	Tyr	4.5
Pro	3.6	Phe	5.1
Gly	4.8	Trp	0.7

* 栄養豊富な培地で蛋白質生産菌により生産された蛋白質のアミノ酸組成の一例を示す。

主要な菌体外蛋白質は図3に示したように2種類で、それぞれの蛋白質の精製を試みたが、硫酸塩析や溶剤沈殿で濃縮した場合蛋白質間で複合体を作り易く、凝集物質を形成してしまい、単一蛋白質に純化するのは困難であった。しかし、尿素などの変性剤を含むゲル電気泳動によって蛋白質を分離後、ゲルから蛋白質を抽出することによって、ほぼ純粋な菌体外蛋白質を得ることができた。これらの挙動から、これらの蛋白質には疎水性の強い部分のあることが推測された。精製した蛋白質に対するウサギ抗血清で調べると、主要菌体外蛋白質はそれぞれの抗体とのみ反応して、異なる蛋白質の抗体とはまったく交差反応を示さなかった。したがって、13万蛋白質と15万蛋白質は異なるもので、それぞれ別の遺伝子から生産されることが明らかとなった。

大量に生産される菌体外蛋白質について、アミラーゼやプロテアーゼのような酵素活性を調べたところ、調べた限り特別強い活性は見いだせなかった。後述するように、細胞表層の研究から、主要菌体外蛋白質は細胞表面を覆って本来細胞を保護する作用を持つ蛋白質と推定された。これらの蛋白質についてまだ栄養試験は行っていないが、少なくともネズミに対する毒性は見られなかった。

4. 菌体外蛋白質の生成機構⁽⁷⁾

これまでまったく知られていなかった菌体外蛋白質の大量生産はどのような機構で起こっているのであろうか、非常に興味深い。いまだ不明な点

が多いが、これまでの研究でこの蛋白質の発酵生産がどのようなものであるかは明らかになりつつある。

1) 蛋白質生産菌の細胞表層構造と表層蛋白質

蛋白質生産菌の表層構造は図4に示すように多層からなり、最も内側の細胞質膜層の他に3層の膜様構造体で覆われている。多くの *Bacillus* 属細菌の細胞表層は生育期にもよるが、通常 15~80 nm の厚さの1層で構成されており、蛋白質生産菌 *B. brevis* 47 は他の *Bacillus* 属細菌と細胞表層構造が非常に異なっていることが判った。筆者らは、図4に示したように、表層の各層を外側から Outer Wall (OW: 厚さ 4.2 nm), Middle Wall (MW: 厚さ 8.5 nm), Inner Wall (IW: 厚さ 2.1~3.7 nm) と命名した。細胞から表層膜画分を取り出し、電子顕微鏡で調べてみても表層膜は OW, MW, IW の3層であり、細胞表層が3層から構成されていることが確かめられた。次に、細胞表層画分に含まれる蛋白質組成をゲル電気泳動で調べたところ、主要構成蛋白質は前述の菌体外蛋白質の主要成分と同じ分子量を示す 13 万と 15 万の蛋白質であった (図3)。

ついで、表層膜画分より 13 万と 15 万蛋白質を精製した後、別に分離した IW と一緒に適当な条件下におくことによって表層膜と同様のものを再構成することに成功した。IW の成分分析などの結果と合わせて、13 万蛋白質は OW を、15 万蛋白質は MW を構成し、IW はいわゆるペプチドグリカン層であることが明らかになった。また、蛋白質生産菌に感染するバクテリオファージを用いて、本菌のファージ耐性菌を分離し、その表層構造を電子顕微鏡で観察すると、OW に相当する層が欠けているばかりでなく、主要構成蛋白質の 13 万蛋白質も失われており、OW が 13 万蛋白質で構成されていることがさらに確かめられた。

表層膜から分離・精製した 13 万、15 万蛋白質に対する抗体はそれぞれ 13 万、15 万蛋白質と反応するが、13 万蛋白質の抗体は 15 万蛋白質と、15 万蛋白質の抗体は 13 万蛋白質とまったく反

図 4 蛋白質生産菌の表層構造

種々の生育期における細胞の超薄切片を電子顕微鏡で観察したもの。Aは対数増殖期細胞の場合で、左上の拡大図から明らかにOW, MW, IWの3層の膜様構造で細胞は覆われているが、培養が進むにつれて表層構造は3層から1層構造に大きく変化し(B→C→D→E), 定常期にはIW 1層で覆われた細胞になり、蛋白質を盛んに分泌する。また、蛋白質を盛んに分泌している時期にはFに示したような多層構造が部分的に観察されることがある。図中の棒の長さは200 nmである。

図5 蛋白質生産菌表層の六角格子構造
表層構造の電子顕微鏡による負染色像をさらに光回折法、光濾過法で、より単純な像を得たものである。6個の単位からなる6量体が6個集まって、規則正しい六角格子構造を構成している。

応しない。したがって、*B. brevis* 47の細胞表層の主要構成蛋白質は、別々の遺伝子から生合成され、表層膜へと組み込まれていくのであろうと推測される。

もう一つの本菌表層の特徴を図5に示した。すなわち、細胞の最外層には非常に規則正しい六角格子状の構造が存在する。これは、負染色による電子顕微鏡像を、さらに光回折、光濾過法という比較的複雑な方法により明らかにしたものである。本菌のように、多層構造を有するこれまでに解析されたグラム陽性菌の場合には、四角格子状の規則正しい構造を示すことが多いのと比較しても、本菌が六角格子構造を有するのは構造上の大きな特色と考えられる。

2) 菌体外蛋白質の生産

蛋白質生産菌による蛋白質の菌体外への生産は、微生物から高等生物にいたる細胞に広く存在する“蛋白質の分泌”と類似のものであることが判った。分泌の特徴は“生きた細胞”が“細胞外に分泌されることが運命づけられた特定の蛋白質”をそれに対応する遺伝子から合成して、生体膜に存在する特別な機構で細胞外に排出することである。前述のように本菌の分泌する蛋白質は分子量13万と15万のものが大部分であるが、菌体内には分子量数万のものが比較的多く、量的に

も質的にも多様な蛋白質が存在する。また、培養液中に核酸はまったく漏出されず、溶菌も観察されないことなどから、本菌の蛋白質生産は特定蛋白質の特異的分泌の結果であると結論された。

菌体外蛋白質は主として分子量13万と15万の蛋白質からなり、これらは分子量的には上述したように細胞表層構成主要蛋白質と同一である。実際に、表層膜を構成する13万と15万蛋白質の抗体と菌体外蛋白質の13万と15万蛋白質はそれぞれ反応し、蛋白質生産菌の菌体外蛋白質の主成分はその細胞表層構成蛋白質に由来することが示された。

さて、細胞表層構成蛋白質がどんな機構で生産されているかは、表層構造の変化を電子顕微鏡で観察することによって明らかとなってきた。すなわち、蛋白質生産菌は、培養時間とともに大きくその表層構造を変化させる。対数増殖期の細胞では、表層はOW, MW, IWといった3層構造を示すが、蛋白質の分泌が盛んになる定常期では、OWとMW、すなわち表層の最も外側にある2層の蛋白質が細胞より離脱し、IWすなわちペプチドグリカン層のみで覆われた細胞となり、13万蛋白質と15万蛋白質を細胞外へ蓄積する。定常期ではOW, MW離脱後も13万と15万蛋白質の生合成は続くが、一旦表層蛋白質が細胞から離脱するとこれらの蛋白質は細胞表層にとどまることができなくなり、生合成されたこれらの蛋白質が細胞外に大量に蓄積すると推定される。表層の蛋白質層は細胞内全蛋白質の約20%であるのに、菌体外蛋白質量は細胞内蛋白質の2倍以上に達する。したがって、単に表層蛋白質が培地中に遊離しただけでは菌体外蛋白質の大量蓄積は説明がつかず、生合成反応が継続し、連続的に大量の蛋白質が菌体外へ分泌され、蓄積すると考えられる。しかし、現時点では、どんな機構により表層蛋白質が細胞より離脱し始めるのかは不明である。

表層蛋白質層の消失と蛋白質の蓄積が始まる時間経過がほぼ一致すること、蛋白質を蓄積しなくなった変異株では培養後期になっても表層蛋白質が消失しないこと、MgやCaの濃度を上げると

蛋白質の蓄積が非常に少なくなり、同時に蛋白質層が表層に存続するなどの知見は上記の推定を支持するものである。

これまで述べたように、本菌による蛋白質の生産はどんな条件下でも起こるものではない。蛋白質の分泌を調節している機構はいかなるものであろうか。まだ、本質的なことは不明であるが、これまでの実験結果から、細胞表層に存在して細胞の形を決めている因子と考えられているペプチドグリカンやタイコイン酸などから構成される、いわゆる細胞壁が菌体外蛋白質の生合成や分泌の制御に大きな役割を果たしていると推測される。たとえば、細胞壁の合成に影響を与える薬剤を発酵培地に適量添加すれば、特異的に蛋白質の分泌を促進する作用が認められるし、細胞壁合成阻害剤の一種である D-サイクロセリンに耐性になった変異株は、しばしば蛋白質を分泌・蓄積しなくなる。また、Mg や Ca の塩を加えると蛋白質の生産が強く抑えられるのも、これらのイオンが細胞表層構成成分間の相互作用に大きな影響を与えるためと考えられるのである。

3) 菌体外蛋白質生成の分子機構

菌体外蛋白質は、その遺伝情報をなす遺伝子から mRNA の合成（すなわち、転写）、mRNA の蛋白質への翻訳、生成した蛋白質の菌体外への分泌という経過をへて生成されることは間違いのない。菌体外蛋白質遺伝子はどのような特徴を持っているだろうか。転写をするために mRNA の合成酵素が DNA に結合する部位（プロモーターと呼ばれる）の構造によって転写の効率が異なってくるが、菌体外蛋白質遺伝子のプロモーターの活性は特に強いのではなからうか。定常期で菌体外蛋白質を効率よく生成している細胞には多量の安定な mRNA の存在が推定される。本菌の mRNA を調べてみると、ポリアデニル酸を含む RNA が高い割合で存在することが見いだされたので、ポリアデニル酸が mRNA をより安定にしている可能性があると思われる。

近年、蛋白質が膜を通して分泌されるには蛋白質のアミノ末端にシグナルペプチドと呼ばれる部

分が必要であり、このペプチドはその蛋白質全体が細胞質膜を通過するのを可能にする役割をになっていることが、かなり普遍的に見いだされている。シグナルペプチドは通常 20~30 のアミノ酸から成り、特徴的アミノ酸配列を持っていて、蛋白質の分泌過程で蛋白質本体から切りはなされる。本菌の菌体外蛋白質の場合にもそのような機能を持ったペプチドが存在するのであろうか。

このような諸問題を明らかにするために、蛋白質生産菌の菌体外蛋白質遺伝子を取り出し（クローニング）、そのヌクレオチド配列を決定する研究を現在行なっている。本菌における菌体外蛋白質の生合成と分泌の基本的メカニズムが判れば、それは生物学的興味ばかりでなく本菌の応用にも貢献するところが大きいと期待される。

5. 発酵蛋白質と食糧

以上述べてきた蛋白質発酵（菌体外蛋白質の生産）は、多方面で役立つものと考えられる。その 1 つが生産物を食糧とすることである。微生物起源の蛋白質は SCP（Single Cell Protein の略）といわれて家畜の飼料としてすでに実用化されているが、筆者らの蛋白質はこれまでの SCP と根本的ともいえるほど違いがある。どちらも微生物起源の蛋白質であるが、区別するために便宜上これまでのものを SCP とし、筆者らのものを菌体外蛋白質とする。SCP では酵母やバクテリアを大量培養して集菌した後、菌体そのままあるいは抽出したものを蛋白質として使うので、菌体中にある様々な種類の蛋白質の混合物を利用することになる。また、SCP では、蛋白質のみを利用する場合には核酸などの細胞の他の成分を除去しなければならない。一方、菌体外蛋白質の場合には、菌体を除いた培養液から簡単な操作で（前述）95%以上のきれいな蛋白質を得ることができること、ならびに、生産される蛋白質の種類が少数に限定されることが特徴である。*B. brevis* 47 の野生株では分子量 13 万と 15 万の蛋白質が作られるが、変異株を利用すれば 15 万蛋白質のみを生産することが可能である。

SCP は安価な石油やメタノールなどを原料と

するので飼料としての利用が考えられてきたが、最近菌体から抽出して高度に精製した蛋白質を直接人間の食糧とする動きが出てきた。すなわち、英国では糖質原料に生やしたフザリウム（カビの一種）の菌糸から、また西ドイツではメタノールを資化して増殖したバクテリアの菌体から、蛋白質を精製している。

糖質原料とアンモニアから効率よくきれいな蛋白質が得られるので、何の毒性もなく栄養的に優れた蛋白質であれば、蛋白質生産菌の菌体外蛋白質は人類の未来の重要な食糧資源となるのではなかろうか。現在でも、世界で多量の糖質原料が燃料のエタノールや家畜の肉を得るために消費されている。糖質原料から安価で良質の菌体外蛋白質が世界各地で供給されるようになれば、世界の食糧事情もかなり改善されるのではないだろうか。少なくとも、今後 10 年後、20 年後に予想される世界的食糧危機に対する 1 つの有力な対策として蛋白質発酵が役立つことを期待したい。

プロフィール

賀田 恒夫 (Tsuneo Kada) Vol 18, No.7, p.508 参照

栗原 堅三 (Kenzo Kurihara) 昭和 11 年 3 月 7 日生<略歴>昭和 33 年東京工業大学理学部化学科卒業/38 年同大学院博士課程 (生物化学専攻) 修了, 理博/以後, 同大学生物化学および生物学教室助手, シカゴ大学生理学教室, フロリダ州立大学生物物理学教室研究員/47 年北海道大学薬学部助教授/54 年同教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>刺激受容の分子機構, 生理学的テーマを生化学のレベルで明らかにすること<趣味>テニス

景浦 強 (Tsuyoshi Kageura) 昭和 10 年 6 月 15 日生<略歴>昭和 34 年北海道大学農学部農学科卒業/同年ホクレン農業協同組合連合会入会, てん菜事業本部で, てん菜栽培技術の開発・普及に携わる/50 年農業総合研究所創設に伴い, 農業技術部門を担当, 現在にいたる。主任研究員<研究テーマと抱負>リ・サイクル農業の確立, 農村工業 (農業コンビナート) の勃興<趣味>花卉園芸, 魚釣

鴻巣 章二 (Shoji Konosu) Vol.20, No.5, p.286 参照

小安 重夫 (Shigeo Koyasu) 昭和

30 年 8 月 9 日生<略歴>昭和 53 年東京大学理学部生物化学科卒業/55 年同大学院理学系研究科修士課程修了, 同博士課程進学/56 年同課程中退, (財)東京都臨床医学総合研究所勤務, 現在にいたる<研究テーマと抱負>リンパ球を用いた細胞周期の調節機構。特に, 外界からの刺激に対する細胞の反応がどのような道筋で起こり, どのように調節されているのかに興味を持っている<趣味>サッカー, テニス, バドミントンなど, スポーツなら何でも好き

杉浦 昌弘 (Masahiro Sugiura) 昭和 11 年 9 月 25 日生<略歴>昭和 35 年名古屋大学理学部生物学科卒業/38 年米国イリノイ大学およびカリフォルニア大学に留学/41 年広島大学助手/43 年京都大学助手/47 年国立遺伝学研究所分子遺伝部第 2 研究室長/53 年微生物保存研究室長兼任, 現在にいたる<研究テーマと抱負>①タバコ葉緑体 DNA の持っている遺伝子をすべて明らかにする, ②葉緑体の起原と考えられるラン藻 (原核生物) を使って光合成系の遺伝解析を進める<趣味>各種のラベル集め

塚越 規弘 (Norihiko Tsukagoshi) 昭和 15 年 4 月 1 日生<略歴>昭和 44 年東京大学大学院農学系研究科博士課程 (農芸化学専攻) 修了/同年シカゴ大学, 46

現在, 筆者らは, 蛋白質生産菌 *B. brevis* 47 で遺伝子操作ができるように研究を進めているが, それが可能になれば人間にとって栄養学的にも嗜好的にも好ましい蛋白質, たとえば牛肉蛋白質の遺伝子を本菌に組み込んで, 菌体外蛋白質として牛肉の蛋白質を大量生産することができるであろう。これは, 名実ともに微生物による人類の食糧生産といえることができる。

文 献

- 1) 榊田淑郎: “微生物タンパクの開発”, 講談社, 1978.
- 2) S. Uda: *Agric. Biol. Chem.*, **40**, 523 (1976).
- 3) J. Takahashi: *Adv. Appl. Microbiol.*, **26**, 117 (1980).
- 4) M. Tagawa & S. Uda: *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 1867 (1980).
- 5) S. Uda: “Developments in Food Science”, Vol. 2, ed. by H. Chiba *et al.* (Proc. 5th Intern. Congr. Food Sci. & Technology), Kodansha & Elsevier, 1979, p.285.
- 6) S. Miyashiro, H. Enei, K. Takinami, Y. Hirose, T. Tsuchida & S. Uda: *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 2297 (1980).
- 7) H. Yamada, N. Tsukagoshi & S. Uda: *J. Bacteriol.*, **148**, 322 (1981).

年カリフォルニア大学ロスアンゼルス校, 47 年バーゼル大学バイオセンター研究所 (51 年まで) に research associate として勤務/53 年名古屋大学農学部食品工業化学科助教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>微生物における蛋白質の分泌機構, 大学院学生時代より一貫して生体膜の構造と機能について研究を続けているが, ますます生体膜の巧妙さにひかれる今この頃です<趣味>年一度のスキー

土居 養二 (Yoji Doi) 昭和 2 年 2 月 27 日生<略歴>昭和 26 年東京大学農学部農学科卒業/26 年農業技術研究所勤務/29 年家業/39 年東京大学農学部研究生/41 年同大学助手/46 年同大学助教授/56 年同教授, 現在にいたる。この間, 45 年日本植物病理学会賞, 53 年日本農学賞, 日本学士院賞を受賞<研究テーマと抱負>植物ウイルスの分類<趣味>園芸 (実益もあるので), 農村めぐり

戸田 準 (Jun Toda) 昭和 12 年 1 月 5 日生<略歴>昭和 34 年東京大学農学部農芸化学科卒業/同年武田薬品工業 (株) 入社, 現在食品事業部食品研究所主任研究員<研究テーマと抱負>複雑な多成分系である食品の性質が, 少数のパラメーターで記述できるようになることを待望している<趣味>絵画鑑賞