海洋生物の凝集素

神谷久男*

糖鎖構造を認識して結合し、凝集する蛋白がレクチンの名で呼ばれるようになって久しい。植物由来のレクチン、特に豆類のそれが有名であるが、最近、動物レクチンが、その生理的效果とともに注目されるようになった。水の中の世界で、動・植物のレクチンはどのような意味をもっているのだろうか。水生生物のレクチン発見史のみでなく、生物の防御機構や進化の問題まで言及されている。

細胞膜の複合糖鎖と結合することにより、赤血球、細菌その他の細胞を凝集させるタンパク質あるいは糖タンパク質は細菌から哺乳類に至るまで広く分布する。これらを総称して凝集素（あるいは自然凝集素）という。凝集素はアグルチニン (agglutinin)、ヘマグルチニン (hemagglutinin) あるいはプロテクチン (protectin) などとも呼ばれるが、レクチン (lectin) という言葉が最も一般的に用いられている。ラテン語の *legere* (to select) に因んだもので、もともとは植物種子由来の凝集素の名称として提案されたものである。免疫により産生される糖結合性の抗体も細胞凝集を起こすけれども、凝集素の範ちゅうには入れない。

海洋生物にもレクチンは広く分布する。これまでに、海藻をはじめ、無脊椎動物や魚類など 200 種を超える生物に凝集活性が認められている。このなかには、カブトガニのレクチンであるリムリン (limulin) のように、糖結合特異性などがわかっているものもあるが、全般的に性状がはっきりした海洋生物レクチンは少なく、したがって植物レクチンのように生化学的試薬として利用されることもほとんどないのが実状である。

1970 年代の後半から、海洋生物レクチンが次々に精製され、その本体が明らかにされつつあるが、その性状の多彩さは植物種子レクチンと比較しても遜色のないことがわかってきた。また、無脊椎動物レクチンの機能をめぐる話題も尽きることがない。そこで、これまで明らかにされた成果

をもとに、海洋生物レクチンについて、簡単に紹介することとしたい。なお、レクチンについては様々な成書^(1,2)が、また海洋生物レクチンに関する総説^(3,4)もあるので併せて参照されたい。

海藻のレクチン

海藻のような低級な植物にレクチン様活性が初めて認められたのは、1966 年のことである。しかし、その結果はレクチノロジストの関心をあまりひかなかったらしく、研究報告が跡絶えている。1975 年、Blunden ら⁽⁵⁾はイギリス産の 100 種を超える試料について検索を行ない、緑藻、褐藻、紅藻など 19 種に何らかの凝集活性を認めている。いずれも活性が弱く、血液型特異性が認められたのは、わずかに紅藻イギス科の *Ptilosa plumosa* だけであった。ヒト B 型血球に特異性を示した *P. plumosa* レクチンは赤血球を酵素、とくにプロナーゼ処理するか、アッセイ系にアルブミン溶液を加えると、凝集活性が飛躍的に増加する。活性は *p*-ニトロフェニル-D-ガラクトースによって阻害される。また、活性の発現には Ca^{2+} が必要である。2 種の分子量の異なるレクチンが認められているが、その性状は明らかでない。

海藻の抽出物は、ヒト赤血球よりもウサギやモルモットなど動物赤血球やリンパ球、マウス腫瘍細胞、海洋細菌に対する凝集活性のほうが強い。紅藻のレクチンには、モルモットやウサギ赤血球に対する凝集活性は強いが、ヒト赤血球とはほとんど反応しないものが多い。Shiomi ら⁽⁶⁾が海藻レクチンを初めて単離したのは、こうした紅藻の

* Hisao KAMIYA, 北里大学水産学部

表 1 *Agardhiella* レクチンの最小活性
濃度 ($\mu\text{g/ml}$)*

赤 血 球	
モルモット	1
ウ サ ギ	2
マ ウ ス	10
ヒト A 型	—
ヒト B 型	—
ヒト O 型	—
リンパ球	
ハムスター	10
マ ウ ス	14
マウス白血病細胞	
L5178Y	20
L1210	>500

* Shiomi ら⁽⁶⁾による。

1 種, ミリン科の *Agardhiella tenera* からである。表 1 にみられるように, 精製レクチンはモルモットやウサギ赤血球を凝集するが, ヒト赤血球を凝集できない。また, マウスのリンパ球や白血病細胞 L 5178 Y や L 1210 を凝集するが, 凝集能は L 1210 と L 5178 Y とでは大きな差があり, むしろ L 5178 Y を選択的に凝集するといつてよいほどである。

このレクチンはサブユニットをもたない分子量 13,000 ほどの糖タンパク質で, 活性は pH 4~10 の範囲で安定, かつ 90°C, 30 分の加熱でも完全に失活することはない。P. plumosa レクチンと異なり, 活性発現に Ca^{2+} は必要ない。凝集活性は通常の単糖類などで阻害を受けないので, より複雑な糖鎖を認識, 結合しているものと推測されている。

活性のよく似たレクチンが, 同じ大西洋産の紅藻, *Cystoclonium purpureum* から単離されている⁽⁷⁾。このレクチンは同一分子量のサブユニット 2 個から構成される分子量 12,500 の糖タンパク質で, L 5178 Y を選択的に凝集するほか, 海藻に付着していることの多い海洋細菌の *Microcycylus marina* を凝集する。糖結合特異性はやはり明らかではない。

紅藻からはこのほか, オゴノリ *Gracilaria verrucosa* とダルス *Palmaria palmata* からレクチンが単離されているが, いずれも Asp や Glu など酸性アミノ酸や Thr や Ser が多く, 塩基性アミノ酸や Met が少ないという, 植物種子

レクチンと共通したアミノ酸組成を示す。Cys がなく, サブユニットが非共有結合で保持されている点でも共通している。

最近, 堀ら⁽⁸⁾は, 紅藻コメノリ *Carpopeltis flabellata* とカギイバラノリ *Hypnea japonica* からレクチンを単離した。コメノリのレクチンはラーラムノースやイーストマンナンなどで凝集活性が阻害される, 分子量 25,000 のイソレクチンである。マウスのリンパ球 T 細胞の分裂促進作用を示す。カギイバラノリにはフェツインなどにより活性が阻害される数種のレクチンが存在するが, そのうちの 1 種はわずか 41 個のアミノ酸残基からなる単純ペプチドであるという。海藻レクチンは分子量の比較的小さなものが多いが, このような極端な例はきわめて稀で, 今後の研究が俟たれる。

緑藻では, ミル *Codium fragile* とアオモグサ *Boodlea coacta* のレクチンがよく調べられている。ミルのレクチンはヒトや動物赤血球を非特異的に凝集するほか, マウス白血病細胞の L 5178 Y と反応する。L 1210 は凝集しない。アオモグサのレクチンは, 紅藻 *A. tenera* のレクチンに似て, 分子量 14,000~18,000 の単量体よりなる数種の成分の混合物である⁽⁸⁾。

褐藻の抽出物も強い凝集活性を示すことが知られている。とくに, ヒト赤血球のほかマウス腫瘍細胞に強い凝集活性をもつヒバマタ科の *Fucus vesiculosus* やホンダワラ科の *Halidrys siliquosa* は特異なレクチンの供給源となり得るものと期待されていた。筆者ら⁽³⁾は, *F. vesiculosus* や近縁の *Ascophyllum nodosum* の凝集活性が酸性側では安定であるのに, pH 8 程度の弱アルカリ性でも容易に失活することや飽和硫酸溶液からレクチンが沈澱しないなど, ほかの海藻レクチンとは様相が異なることに疑問をもった。種々検討したところ, これらの褐藻抽出物の凝集活性は, いずれも褐藻に多いポリフェノールに起因することを確かめた。ポリフェノールはペプチド結合と複合体を形成することが知られているが, 凝集活性は赤血球膜表面の糖タンパク質とポリフェノールとの結合によると思われる。ポリフェノールのペプチド

結合に対する結合はアルカリ性側で解離するが、抽出物の凝集活性がアルカリ性側で消失することとよく一致している。

このように、ポリフェノールが凝集活性を示すうえ、タンパク質の定量に常用される Folin-Lowry 法や Bradford 法で発色するため、タンパク質であるレクチンと見誤ることがある。

最近、Ferreiros ら⁽⁹⁾は、*F. vesiculosus* の凝集活性成分としてムコポリサッカロイドを分離しているが、凝集素の定義からは外れる。

海藻レクチンに関する研究は始まったばかりで、レクチンの産生細胞などについての知見はまだない。

無脊椎動物のレクチン

1902 年、Noguchi は、カブトガニなどの無脊椎動物の体液がヒト赤血球を凝集することを発見した。その後、広範な検索が行なわれ、海綿動物、環形動物、軟体動物、節足動物、棘皮動物、原索動物などの体液あるいは組織にレクチンが広く分布することが確認されている。しかし、すべての無脊椎動物の体液に凝集活性がいつも認められるわけではない。筆者らは三陸沿岸に分布する約 50 種の動物の体液について、ウサギ、ヒツジなど動物血球を用いた検索を行なったが、何らかの凝集活性を示したのは 16 種にすぎなかった。もちろん、活性の認められなかった生物種でも、検索方法を変えれば活性が検出される可能性があり、供試生物の生活史上の位置、個体差、雌雄差、生息環境、傷病の有無などによっても活性の発現が左右されることも充分考えられる。最近では、むしろすべての無脊椎動物がその生活史のいずれかのステージで、必ずレクチンをもっていると考えられる研究者も多い。

植物レクチンのように、海洋無脊椎動物レクチンの機能についても様々に推測されている。最も強い関心が寄せられているのは、レクチンと生体防御との関連である。いうまでもなく、免疫系を備えた魚類を含む脊椎動物では、抗体が異物の認識に中心的役割を果たし、侵襲した細菌やウイルスを正確に感知して結合する。そして、食細胞や

白血球が実際の排除にあたる。一方、貝、エビ、ホヤなどの無脊椎動物でも食細胞が異物の排除を行なっている点は同じであるが、免疫系をもっていない。そこで、レクチンが抗体にかわって異物の認識をしたり、あるいは食細胞の働きを助けるオプソニンとしての機能を演ずるという考え方である。このほか、生体防御ではなく、共生や組織形成などにかかわると思われるものもある。しかしながら、レクチン合成の場合あるいはその構造がわからない現状では推測の域を出ない。いずれにせよ、レクチンの機能を一般化して説明するのは無理なようで、それぞれの生物あるいは組織に特有な機能を演じていると考えるほうが妥当であろう。

軟体動物には様々な機能を演じていると思われるレクチンが分布している。

アメリカガキ *Crassostrea virginica* の血リンパのレクチン⁽¹⁰⁾は、D-ガラクトサミン、N-アセチル-D-ガラクトサミン、N-アセチル-D-グルコサミンなどと結合特異性を示す沈降定数 33.4 S の糖タンパク質で、分子量 20,000 のサブユニットから構成されている。ウサギやヒツジ血球に対する食作用を促進するオプソニンとしての機能があり、生体防御に関与しているらしい。このほか、血球膜画分中にもレクチン様成分が確認されており、ヘモサイトによる異物の認識と包囲化作用における膜リセプターとしての役割を果たしているとみられる⁽¹¹⁾。ムラサキガイ *Mytilus edulis* の血清と血球膜にも類似したレクチンが認められているし、マルスダレガイ科の *Mercenaria mercenaria* には細菌を凝集するレクチンがあり、生体防御に関与すると思われる。

ジャコガイのレクチンは共生に関係するといわれている。ジャコガイは熱帯、亜熱帯に生息し、オオジャコガイ *Tridacna gigas* のように 1 m に達するものもある。その外套膜には色鮮やかな模様があり、海中散策するわれわれの眼を楽しませてくれる(図 1, 2)。ヒメジャコガイやヒレジャコガイは重要な食用資源でもある。ジャコガイ科のシラナミガイ *T. maxima* の血リンパにはトリダニンと呼ばれる D-ガラクトースと結合特異

図1 ヒメジャコガイの成員が外套膜をひろげたところ(沖縄水試八重山支場 村越正慶氏提供)
色鮮やかな模様が見える

性を示すレクチンがある。分子量 500,000 の糖タンパク質で、血球凝集能のほか、ヒトのリンパ球分裂促進作用を示す。Uhlenbruck ら⁽¹²⁾は、外套膜に共生する微小藻類の外殻表面構造にガラクトタン構造があることとトリダクニンがガラクトタンと沈降反応を示すことに着目して、シラナミガイでは共生関係の維持にレクチンが関与しているのではないかと推測している。マメ科植物と根粒バクテリアの共生にレクチンが関係する証拠が次々に明らかになっているように、海洋生物間の共生にもレクチンが重要な働きをしていることは充分考えられる。

外套膜というのは、軟体動物の体表が膜状に延びて内臓をおおっているもので、貝殻を分泌する組織である。二枚貝 ウチムラサキ *Saxidomus purpuratus* からヒト A 型血球を特異的に凝集する分子量 40,000 の酸性糖タンパク質が単離されたが、このレクチンは外套膜に最も含量が多く、足や貝柱がこれに続き、他の動物の肝臓にあたる中腸腺にはほとんどない⁽¹³⁾。レクチンの凝集活性は Ca^{2+} の存在下で増強される。外套膜が貝殻を分泌するという機能をもつことと考え合わせると、ウチムラサキのレクチンは Ca^{2+} の移送や貯蔵にかかわりあっている可能性もある。なお、類縁の *S. giganteus* は、A 型特異性を示すレクチンをもつことがわかった最初の二枚貝として有名である。

アメフラシ *Aplysia californica*⁽¹⁴⁾ など後鰓類は腹足類と呼ばれ、巻貝の仲間である。その血リン

図2 ヒメジャコガイ受精後 14 日目の外套膜
(沖縄水試八重山支場 村越正慶氏提供)
周辺部に共生藻との共生関係がすでに成立している。

パにもヒト赤血球のほか、*Pseudomonas* sp. や *Micrococcus* sp. などの海洋細菌を凝集するレクチンがある。オプソニンとしての作用があり、生体防御にかかわるらしい。海洋細菌をアメフラシに接種すると、速やかに血リンパ中から排除されることが観察されているが、レクチンの関与の程度は明らかでない。興味深いことに、海洋細菌を凝集するが、陸棲の細菌は凝集できない。筆者ら⁽¹⁵⁾は、血リンパばかりでなく、アメフラシ類では卵精巣や卵塊にもレクチンが存在することを認めた。糖結合特異性のはっきりしない血リンパのレクチンとちがい、生殖系組織のレクチンは D-ガラクトースと結合特異性を示し、アガロース・ゲルを用いるアフィニティークロマトグラフィーで容易に精製できる。Gilboa-Garber ら⁽¹⁶⁾も類縁の *A. depilans* の卵精巣にレクチンを認め、ヒトのリンパ球分裂促進作用のあることを観察している。

カタツムリは陸棲の腹足類で、分類上アメフラシに近い。カタツムリではタンパク腺 (albumen gland) でレクチンが産生されるので、この組織はレクチン精製の原材料としてよく用いられる。アメフラシにもよく似たアルブミン腺があるが(図 3)、この組織にはレクチンはほとんどなく、専ら卵精巣でレクチンが産生されるらしい。アメフラシでは、体内受精された卵がアルブミン腺や粘液腺の分泌物に包まれ、ラーメンのようなひも状の卵塊として海藻や岸壁などに生みつけられる。受精卵が小さな巻貝様の幼生となって浮遊生活に入るまでに要する日数は 10~12 日くらいである。

図3 アメフラシの生殖器官

1: 卵精巢, 2: 後部両性輸管, 3: 精のう, 4: 粘液腺とアルブミン腺 (内部に埋没している), 5: 産出卵

この間、血球凝集活性は減少するけれども、消失することはない。卵レクチンは海洋細菌類を凝集することはできるが、その増殖を抑えることはできないので、カタツムリ・レクチンにいわれるような生体防御とは無縁のようである。

最近、レクチンが組織形成に関係するらしい証拠が海綿で見つかった。Bretting ら⁽¹⁷⁾は単軸海綿類の *Axinella polypoides* のレクチンの酵素標識抗体を用いて産生細胞を検索、検討した結果、レクチンが骨格繊維を形成するコラーゲン様の海綿質、スポンギン合成に深くかかわる可能性が強いと指摘している。この海綿からは D-ガラクトースに結合特異性を示す2種のレクチン、Agglutinin I (分子量 21,000, pI 3.8, 3.9) および II (分子量 16,000, pI 3.9) が単離されている⁽¹⁸⁾。Agglutinin I はヒトの末梢血リンパ球に対して強い分裂促進作用を示す。とくに、T 細胞に対する作用が強く、D-ガラクトースや L-フコースなどによって阻害される。

石灰海綿の *Geodia cydonium*⁽¹⁹⁾ にも、ラクトースや N-アセチル-D-ガラクトサミンと結合特異性を示し、リンパ球分裂促進作用をもつレクチンがある。このレクチンは他種の実細胞を凝集し、他の因子と協同して細胞を溶解してしまうが、自己の細胞は凝集せず、また自己の組織にみられる多糖類とは沈降反応を示さない。そこで、*Geodia* の場合、レクチンは自己と非自己の認識にかかわると思われている。この海綿には、バラバラにした細胞を再凝集させる凝集因子 (aggre-

gation factor) もあるが、レクチンとこの凝集因子はアガロース・ゲルを用いるアフィニティークロマトグラフィーによって容易に分離できる。凝集因子は Asp や Glu など酸性アミノ酸が多いなど、レクチンによく似たアミノ酸組成を示すが、凝集活性は D-グルクロン酸で阻害されるほか、 Ca^{2+} の存在が必須であるなど、レクチンとは性質が異なる。

リムリンで有名なカブトガニ *Limulus polyphemus* は剣尾類に属し、節足動物では最も原始的といわれるものである。最近、Robey ら⁽²⁰⁾によりカブトガニの血リンパにはホスホリルコリンのアフィニティークラムに吸着する哺乳類の C-reactive protein に似た成分があり、このものがリムリンに他ならないこと、リムリン分子におけるホスホリルコリンの結合部位はシアル酸の結合部位と異なることが明らかにされている。このほか、細菌の *Staphylococcus aureus* などの細胞壁の構成成分であるテイコ酸と特異的に結合する別種のレクチンが分離されている⁽²¹⁾。

アメリカン・ロブスター *Homarus americanus*⁽²²⁾ にも糖結合特異性の異なる複数のレクチンが認められている。LAG-1 および LAG-2 と呼ばれる2種のレクチンは同一のサブユニット (分子量 55,000) からなる沈降定数 19S および 11S の分子である。LAG-1 は N-アセチルノイラミン酸と結合特異性を示し、ヒト、マウス赤血球のほか、*Achromobacter* sp. を凝集するが、ロブスターの致死的な感染症原因菌である *Aerococcus varidans* var. *homari* に対しては凝集能がない。一方、LAG-2 は N-アセチル-D-ガラクトサミンと結合し、マウス、ウマ、ハムスターの血球を凝集する。充分量のレクチンが存在すると、ヘモサイトによる赤血球に対する包囲化作用と食作用が認められるが、レクチン産生にヘモサイトが関係しているかどうかは明らかにされていない。

筆者らは、節足動物のフジツボ類が Ca^{2+} 依存性で、血液型特異性を示さないレクチンを体液中にもつことを見つけた。アカフジツボ *Megabalanus rosa* のレクチンは D-ガラクトースやラクトースに結合特異性を示し、ヒト赤血球、ウサギ

赤血球のほか一部の海洋細菌を凝集する。レクチンは塩酸処理したアガロース・ゲルに吸着する成分、BRA-1、BRA-2 および BRA-3 と吸着しない成分とからなっている。BRA-1~3 はそれぞれ分子量 330,000、140,000 および 64,000 の糖タンパク質である⁽²³⁾。FITC (フルオレセイン・イソチオシアネート) で蛍光標識したレクチンとウサギ赤血球ゴーストを用いて糖による結合阻害の程度を定量的に調べたところ、BRA-1 と BRA-2 は互いに非常によく似ており、D-ガラクトース、D-グルコース、D-マンノース、N-アセチルノイラミン酸など供試糖の多くが 50% 以上の結合阻害を示した。BRA-3 では D-ガラクトース、ラクトースおよび N-アセチルノイラミン酸が 50% 以上の阻害を示したのみであった。BRA-1 や BRA-2 のように D-マンノースにより凝集活性が阻害される無脊椎動物レクチンはほとんど知られていない。

アカフジツボ・レクチンはオプソニン作用をもつが、糖結合性や分子種の異なる複数のレクチンが存在することは異物認識を効率的に行なううえで、きわめて好都合であると思われる。

アカフジツボ・レクチンの構造はきわめて興味深い。BRA-2 は 2 本の基本ペプチド (分子量 22,000) が S-S 架橋されたサブユニット 2 個ないし 3 個から構成されている。アミノ酸組成、ペプチド・マップ、CD-スペクトルが相互によく似ていることから、BRA-1 は BRA-2 の多量体と思われる。BRA-3 では 2 本の相同な基本ペプチド (分子量 18,000) が S-S 架橋してサブユニットを形成し、その 2 個が非共有結合によってレクチン分子を構成している。BRA-3 の一次構造については分析を進めているところであるが、図 4 に示したように S-S 結合は基本ペプチドの C-末端近くに位置し、基本ペプチドが逆方向に交差するように架橋していることがわかった。

アカフジツボ・レクチンは血球のほか、マウス腫瘍細胞の L 5178 Y、MM 46、MH 134 および Lewis carcinoma を凝集する。リンパ球の分裂促進作用はなかったが、マウスの食細胞と腫瘍細胞 MM 46 との接着を誘導する効果が認められた。

図 4 アカフジツボ・レクチン、BRA-3 の模式図

また、一部の植物種子レクチンで認められるように、マウスの MM 46 細胞をレクチンで処理したのちマウスに移植すると、腫瘍細胞が増殖せず、生残するマウスがでてくるが、これらのマウスは腫瘍細胞の移植に対し抵抗性を示すようになることが観察されている⁽²⁴⁾。アカフジツボは資源的にも多く、簡単にかつ大量にレクチンを精製できるので、その一次構造や活性部位が明らかになれば、試薬としての利用の道が拓かれるかも知れない。

棘皮動物にもウニ、ナマコ、ヒトデなど多くの生物にレクチンが認められる。Giga ら⁽²⁵⁾は、ムラサキウニ *Anthocidaris crassispina* 体液からヒト赤血球を非特異的に凝集するレクチンを単離している。レクチンは分子量 13,000 の基本ペプチドからなる 26,000 のサブユニットで構成される沈降定数 13.7 S、300,000 の糖タンパク質である。凝集活性は単糖類では阻害されず、ヒト血球膜をトリプシン処理して得られる糖ペプチドによって阻害される。2 価の金属イオンを除去すると、凝集活性は完全に消失する。

一方、バフンウニ *Hemicentrotus pulcherrimus* の精漿からは 2 種のレクチン (HPSHP I と II) が単離されている⁽²⁶⁾。HPSHP-I (分子量 140,000) はウサギとヒト A 型赤血球を凝集し、L-アラビノースや D-ガラクトースなどで阻害される。HPSHP-II (分子量 22,000) はウサギ血球のみを凝集し、かつ赤血球どうしの融合をひき起こす。Ca²⁺ は凝集活性を増強するが、必須ではなく、EDTA 添加による活性の完全失活はみられない。巻貝のバテイラの精子先体より出される卵膜ライシンは、ヒト O 型血球を凝集するレクチン

様活性を示すことが知られている。パフンウエの精子を海水で洗浄すると凝集活性がなくなるけれども、レクチンが精子-卵の結合あるいは融合に関与する可能性もある。

ホヤなど原索動物は終生あるいは幼生期に脊索をもち、背面正中線上に中枢神経があるなどの点で、ほかの無脊椎動物と著しく相違する。無脊椎動物から脊椎動物への進化の経路を考えるうえで重要な位置にあるといわれ、様々な視点からの研究が行なわれてきた。たとえば、群体性の被のう類であるキクイタボヤでは群体どうしを血管末端部で接触させると、融合したり、同種内の異個体を認知して、血管が肥厚、壊死して融合しなかったりする、いわゆる組織適合性をもつことが知られている。そのため、原索動物の液性因子を含めた認識機構には深い関心がもたれてきた。

シロボヤ、マボヤ、ユーレイボヤ、イタボヤなど多数のホヤ類の体液に血球凝集活性が認められているが、精製されたものはわずかである。Yokosawa ら⁽²⁷⁾は、マボヤ *Halocynthia roretzi* 体腔液から D-ガラクトースに結合特異性を示すレクチンを単離している。分子量 41,000 のサブユニットからなる沈降定数 24S、分子量およそ 600,000 のタンパク質である。凝集活性の発現には Ca^{2+} が必須であること、Gly 含量が多く、分子量がカブトガニのリムリン (500,000) に似ている点などから、類似した作用をもつものではないかと推測している。

類縁の *H. pyriformis* には N-アセチルノイラミン酸に結合特異性をもつレクチンが、また群体ボヤのイタボヤ *Botrylloides leachii* には D-ガラクトースやメリビオースに結合特異性をもつレクチンがあるが、単離されるまでに至っていない。

魚類のレクチン

魚類では、ウナギ血清中の抗Hレクチンや電気ウナギの発電器官のエレクトロレクチンが有名であるが、そのほか、粘液や卵にもレクチンが分布する。

大西洋産のカレイ *Lophopsetta maculata* の粘液にあるレクチンは4本のサブユニットよりな

る分子量 68,000 のイソレクチンが主成分である⁽²⁸⁾。ウサギやマウスの血球のほか、腫瘍細胞や海洋細菌 *Microcycus marina* やカビの *Met-schnikowia reukaufii* を凝集する。ウサギ血球に対する凝集活性は N-アセチルノイラミン酸により阻害される。

最近、鈴木⁽²⁹⁾はウナギ *Anguilla japonica* の粘液に、血清中の抗Hレクチンと異なる性質のレクチンを見つけた。このレクチンはヒトO型およびB型血球のほか、ウサギやウナギ血球をも凝集する。抗粘液レクチン血清による組織化学的検索で、ウナギ皮膚にレクチンを産生する棍棒状細胞が分布することを確認している。抗血清はウナギ血清と沈降線を生じないので、粘液中のレクチンは抗Hレクチンとは別個のものと思われる。

サケ科の魚の卵にはレクチンをもつものが多い。マスノスケ *Oncorhynchus tshawytscha* の卵にはヒトB型血球とウサギ血球を凝集するレクチンが単離されている⁽³⁰⁾。凝集活性は D-ガラクトースおよび L-ラムノースにより阻害される。また、精製レクチンは、サケ・マス類の細菌性疾患の原因菌である *Vibrio anguillarum*, *Yersinia ruckeri* あるいは *Aeromonas hydrophila* などに対し抗菌作用をもつことが明らかにされている。レクチンを単糖類とインキュベートしたのちも、抗菌活性に変化がないので、それぞれの活性部位は異なるらしい。これらの結果から、マスノスケの卵レクチンは免疫系が発動するようになるまでの期間、卵の防御機構として機能しているものと推測されている。このレクチンは細菌類に対して抗菌作用をもつことが証明された最初の例でもある。

マスノスケの卵レクチンに対する抗血清と沈降反応する成分が、ギンザケ *O. kisutch* やニジマス的一种 *Salmo gairdneri* の卵にも認められている。

*

以上、海洋生物のレクチンについて概略を述べた。これらレクチンの機能を解明するには、産生細胞など、レクチン合成の場に関する情報が必要

不可欠である。また、一次構造や活性部位に関する研究が進み、種々の生物のレクチンのアミノ酸配列を比較できるようになれば、免疫グロブリンなど液性生体防御因子の分子進化の経路を考えるうえでも貴重な情報が得られるものと思われる。今後、この方面での研究がますます盛んになるものと期待される。

文 献

- 1) 大沢利昭編：“レクチンと細胞生物学”，講談社サイエンスティフィク，1985。
- 2) E. R. Gold & P. Balding：“Receptor-Specific Proteins”，Excerpta Medica，1975。
- 3) Y. Shimizu & H. Kamiya：“Marine Natural Products”，Vol.5，Academic Press，1983，p.391。
- 4) 塩見一雄：水産学シリーズ45，“海藻の生化学と利用”，恒星社厚生閣，1983，p.120。
- 5) G. Blunden, D. J. Rogers & W. F. Farnham：*Lloydia*，38，162 (1975)。
- 6) K. Shiomi, H. Kamiya & Y. Shimizu：*Biochim. Biophys. Acta*，576，118 (1979)。
- 7) H. Kamiya, K. Shiomi & Y. Shimizu：*J. Natur. Products*，43，136 (1980)。
- 8) 堀 貫二：私信。
- 9) C. M. Ferreira & M. T. Criado：*Rev. Esp. Fisiol.*，39，51 (1983)。
- 10) R. T. Acton, J. C. Bennett, E. E. Evans & R. E. Schrehlenloher：*J. Biol. Chem.*，244，4128 (1969)。
- 11) G. R. Vasta, J. T. S. Sullivan, T. C. Cheng, J. J. Marchalonis & G. W. Warr：*J. Invert. Pathol.*，40，367 (1982)。
- 12) G. Uhlenbruck & G. Steinhausen：*Develop. Comp. Immunol.*，1，183 (1977)。
- 13) M. Tatsumi, Y. Arai & T. Itoh：*J. Biochem.*，91，1139 (1982)。
- 14) G. B. Pauley, G. A. Granger & S. M. Krassner：*J. Invert. Pathol.*，18，207 (1971)。
- 15) H. Kamiya & Y. Shimizu：*Nippon Suisan Gakkaishi*，47，255 (1981)。
- 16) N. Gilboa-Garber, A. J. Susswein, L. Mizrahi & D. Avichezer：*FEBS Lett.*，181，267 (1985)。
- 17) H. Bretting, G. Jacobs, C. Donady & J. Vacelet：“Lectins—Biology, Biochemistry, Clinical Biochemistry”，Vol.2，Walter de Gruyter & Co.，1982，p.91。
- 18) H. Bretting & E. A. Kabat：*Biochemistry*，15，3228 (1976)。
- 19) P. Vaith, G. Uhlenbruck, W. E. G. Müller & G. Holz：*Develop. Comp. Immunol.*，3，399 (1979)。
- 20) F. A. Robey & T. Y. Liu：*J. Biol. Chem.*，256，969 (1981)。
- 21) E. R. Brandin & T. G. Pistole：*Biochem. Biophys. Res. Commun.*，113，611 (1983)。
- 22) J. L. Hall & D. T. Rowlands, Jr.：*Biochemistry*，13，820 (1974)。
- 23) K. Muramoto, K. Ogata & H. Kamiya：*Agric. Biol. Chem.*，49，85 (1985)。
- 24) M. Yamazaki, M. E. Kurisu, D. Mizuno, K. Ogata & H. Kamiya：*Gann*，74，405 (1983)。
- 25) Y. Giga, K. Sutoh & A. Ikai：*Biochemistry*，24，4461 (1985)。
- 26) Y. Yamada & K. Aketa：*Biochim. Biophys. Acta*，709，220 (1982)。
- 27) H. Yokosawa, H. Sawada, Y. Abe, T. Numakunai & S. Ishii：*Biochem. Biophys. Res. Commun.*，107，451 (1982)。
- 28) H. Kamiya & Y. Shimizu：*Biochem. Biophys. Acta*，622，171 (1980)。
- 29) 鈴木 譲：昭和60年度日本水産学会秋期大会講演要旨，p.187。
- 30) E. W. Voss, Jr., J. L. Fryer & G. M. Banowetz：*Arch. Biochem. Biophys.*，186，25 (1978)。

教 官 公 募

帯広畜産大学家畜生産科学科 酪農化学講座助手

帯広畜産大学では、上記講座の助手を公募いたします。応募締切は昭和60年12月25日(水)です。詳しくは、下記にお問い合わせ下さい(原則として書面)。

〒080 北海道帯広市稲田町

帯広畜産大学

酪農化学講座助手選考委員会

委員長 小野 斉

教 官 公 募

名古屋大学農学部食品工業化学科 食品製造化学第一講座教授

名古屋大学では上記講座の教授を公募しています。提出書類の締切は昭和60年12月14日(土)です。詳細につきましては、下記に直接お問い合わせ下さい。

〒464 名古屋市中区千種不老町

名古屋大学農学部食品製造化学第一講座

教授選考委員会 委員長 中村 良

☎(052) 781-5111 内線 6296