

九州大学中央分析センター

センター ニュース

60

平成10年3月

目 次

分析機器解説シリーズ(58)	1
DNAバイオセンサ	
トピックス	6
ウズラの卵殻色素について	
お知らせ	12

DNA バイオセンサ

工学研究科化学システム工学専攻 中野幸二

1 はじめに

遺伝子操作や遺伝子診断など、近頃は遺伝子という言葉を目にする機会が多い。外見はもとより、呼吸や発酵といったエネルギー反応を利用して生命を維持したり、個別の生命反応が協調するように制御して自分自身を管理するといった、いわゆる「生物らしさ」はタンパク質の働きによるものである。遺伝子はタンパク質の設計図であるから、遺伝子にアクセスできれば個体そのものを分子レベルで把握できるわけである。

各種の遺伝子関連技術のうち、疾病に対する診断技術は、私たちの実生活に影響を与える可能性が高い。例えばヒトの遺伝子と細菌やウイルスの遺伝子とでは、その塩基配列がかなり異なっているので、細菌やウイルスに固有の遺伝子を目安にすれば感染の有無を知ることができる。特定の遺伝性疾患において、病気の原因が遺伝子の変異であることがわかった場合には、DNAの塩基配列を検査するだけで羅漢しているかどうかを診断できる。さらに、正常な遺伝子を患者に導入して発現させることで病気を治療しようとする考え方、いわゆる遺伝子治療と結びつくことで、遺伝子診断は臨床の分野で革命を起こしつつある。このような状況のもと、特定遺伝子の化学計測というニーズが生まれる。

では、どのようにして遺伝子の検出が行われているのだろうか。現在の主流は、細胞増殖に関係する遺伝子の重合酵素 (polymerase) を用いる Polymerase Chain Reaction (PCR) 法にオートラジオグラフィを組み合わせたものである。まず PCR 法で検出したい遺伝子を増幅し、次いで検出のための標識を行う。反応には同じく重合酵素を利用して、リンの放射性同位体 (^{32}P) で標識した核酸塩基を結合させる。このような方法において、極微量の遺伝子を取り扱ううえで PCR 法は強力な武器になる (数時間で 100 万倍以上の増幅が可能)。他方、放射性同位体の利用は高感度検出には都合の良いものの、安全性や取り扱いの煩雑さ (法的な規制も含めて) に難点がある。

最近、電気化学的な検出系と組み合わせた遺伝子計測法がいくつか提案されている。絶対的な感度ではオートラジオグラフィにはかなわないものの (2桁から3桁程度感度が悪い)、測定容易さや迅速性が圧倒的に高まることのメリットは大きい。本稿では、始めに電気化学的な遺伝子計測法の考え方について解説し、いくつかの研究事例 - 遺伝子センサについて述べる。これとは別に、筆者らは二重鎖 DNA を感応物質に用いたバイオセンサについても研究を続けてきており、併せて紹介させて戴く。

2 遺伝子センサ

DNA の特徴である二重らせん構造は、互いに相補的な立体構造を持つ分子（核酸塩基）どうしが、一定の様式に従って結合することで形成される。このときの結合様式はたった二種類しかなく、エネルギー的にも僅かなものである。しかし、核酸塩基の繰り返しから成る DNA の場合、この「マッチする・しない」が決定的な意味を持つ。生成する二本鎖がミスマッチ構造を含む場合、二本鎖の安定性が大幅に低下するのである。これにより、ミスマッチ構造を持たない一本鎖 DNA（相補鎖）だけが、互いに相手を認識し合うかのように結合する。

DNA プローブ法は、このような結合の特異性を活かして、特定の塩基配列を持った遺伝子だけを検出しようとする方法である。「遺伝子センサ」も、基本的にはこの考え方の応用である。以下にその原理を述べる。

2.1 基本となる考え方・方法

遺伝子センサにおける測定の流れを図 1 に示す。まず検出の対象となる遺伝子に対して、相補的な塩基配列を持つ短い遺伝子（プローブ DNA）を合成する。これを適当な手法を用いて電極表面に固定化する。次にこの電極を対象遺伝子（ターゲット DNA）の溶液に浸漬し、電極上で二重鎖を形成させる（ハイブリダイゼーション）。つまり、プローブ DNA でターゲット DNA を釣り上げるのである。ハイブリダイズした DNA が酸化還元活性であれば、電極とのあいだでの電子のやりとりを電流として取り出せば良い。しかし DNA そのものは、一般的な測定条件のもの

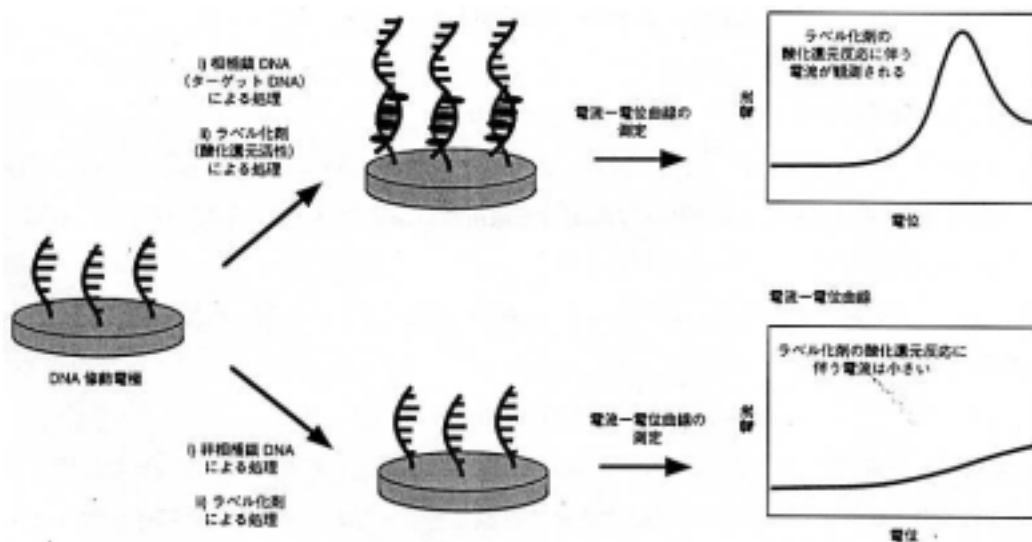


図 1 遺伝子センサの原理

とでは酸化還元能を示さないので、これだけではターゲット DNA の検出はできない。

そこで、二重鎖 DNA に対する結合性、および酸化還元能を併せ持った小分子を利用する。図 2 に代表的な化合物の構造を示す。これらの呼称はさまざまであるが、ここではラベル化剤と呼ぶ。ラベル化の操作は特に難しいものではなく、電極を溶液に浸漬して二重鎖 DNA にラベル化剤を結合させるだけである。このような処理により、二重鎖 DNA は電気化学的な活性を示すようになるので、各種の測定法を適用して DNA の検出が可能になる。なおこのときの反応に伴う電流値は、数 10 から 100nA 程度である。

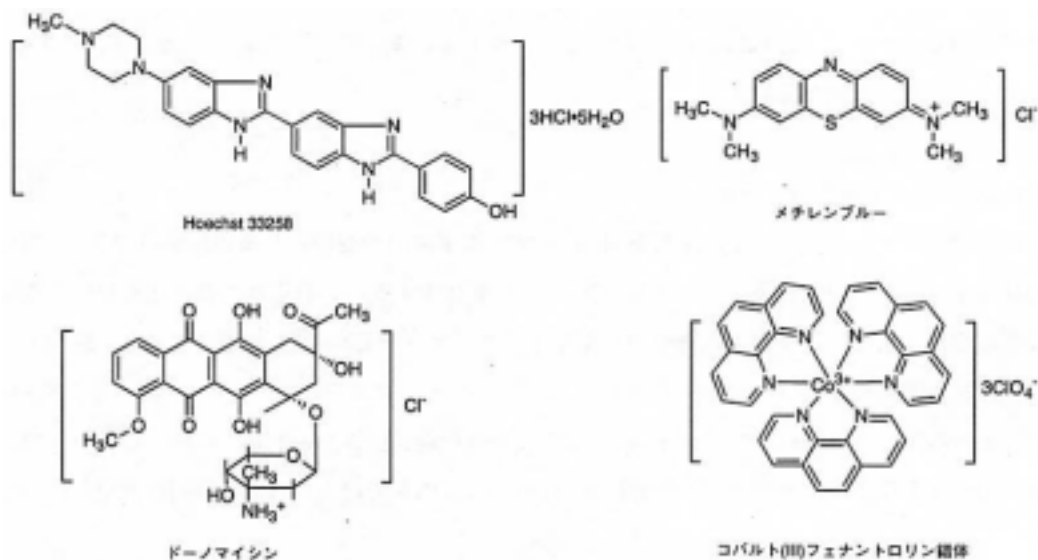


図 2 代表的な酸化還元ラベル化剤

2.2 HBV 遺伝子に対するボルタンメトリックセンサ

上に述べたような電気化学計測の事例が、橋本ら、および Mikkelsen らにより、前後して報告された。また Wang らは、やや特殊な測定法を適用した系について報告している。ここでは、最近の研究結果のいくつかについて紹介する。

橋本らは、B 型肝炎を引き起こすウイルス (HBV) の遺伝子計測の例を報告している。用いる DNA プローブは、



という塩基配列を持つ 20 量体であり、5' 末端に硫黄原子を導入してある。最近の自動合成装置の進歩により、このような DNA も比較的容易に合成できる。なお、末端の硫黄原子は金などの金属と親和性が高いため、電極表面にプローブ DNA を固定化するのに役立つ。この点については後述する。

彼らは、始めに HBV 遺伝子を組み込んだプラスミド (pYRB 259) を用いてモデル実験を行っている。センサの作成は至って簡単であり、まず金電極(ディスク状,直径 0.3mm)をプローブ DNA 溶液 (250 ng cm⁻³) に 1 時間浸漬してプローブ DNA を吸着させる。次いで、所定量のプラスミドを含む試料(40 μl)に浸漬しハイブリダイズさせる。このときの条件は温度 43℃、時間は 1 時間である。最後に、ラベル化剤溶液 (Hoechst 33258 , 0.1 mol dm⁻³) に 5 分間浸漬して操作は終了である。

ターゲット DNA (ここではその遺伝子を含むプラスミド DNA) の検出は、通常のボルタンメトリー測定により行う。調製した電極を対極、参照極とともに緩衝溶液に浸し、電位を掃引してラベル化剤の酸化還元反応に由来する電流を測定する。文献では、40 μl の試料に含まれるプラスミドが 10³ コピー程度から応答が得られ報告されている。このときの電流値は約 5nA の増加であり、測定時のバックグラウンド電流は約 110nA であった。

彼らは、次に患者血清中の HBV 遺伝子の検出も試みている。この場合には、残念ながら予想される応答は得られなかった。この原因として、血清中に含まれるタンパク質や脂質などの夾雑物もセンサ表面に吸着してしまうことが考えられた。そこで、遺伝子抽出操作の併用について検討している。彼らは、市販の抽出キットで良好な結果が得られ、所要時間も 20 分程度で済むと報告している。最終的に、遺伝子抽出処理をした 52 検体について検討した結果では、PCR 法による分析結果と良好な相関関係が見られている。

2.3 HIV 遺伝子に対する PSA センサ

Wang らは、HIV 遺伝子に対するセンサについて報告している。検出のターゲットとした遺伝子は、HIV - 1 DNA の U5 LTR (long terminal repeat) 配列で、次のような塩基配列をしている。

5' - ACTGCTAGAGATTTTCCACAT - 3'

よって、これと相補的な関係にある 21 量体、

5' - ATGTGAAAATCTCTAGCAGT - 3'

をプローブ DNA として用いる。センサの調製や操作は橋本らの系とほぼ同じであり、ラベル化剤としては [Co(phen)₃]³⁺ 錯体が用いられている。

この研究では、ポテンシオメトリックストリッピング分析法 (PSA) と呼ばれるやや特殊な方法を用いて検出を行っている。これは、作用極の電位を一定に保ってラベル化剤を電極に濃縮し、次いで定電流下で電解溶出させる方法である。PSA の名称は、定電位条件下 (ポテンシオメトリック) での前段濃縮とそれに続く電解溶出 (ストリッピング) に由来している。PSA は基本的に定電流電解法であり、対象物質の溶出時間をその濃度と関連づけて分析を行う。

Wang らの報告によれば、ハイブリダイゼーション時のターゲット DNA の濃度に比例して、PAS のシグナル強度が増大する。またターゲット DNA の検出限界としては、試料中の U5 LTR 濃度に換算して $4 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$ という値を得ている。前述の系と同様に、試料中にタンパク質や脂質などが共存する場合、それらの吸着の影響を受けることが予想される。実試料に応用するうえでは、やはりこの点をクリアすることが必要であろう。

2.3 サンドイッチ錯体形成に基づくラベル化反応と遺伝子センサへの応用

これまで述べてきたように、二重鎖 DNA の電気化学ラベル化には、二重鎖に親和性のある低分子化合物が専ら用いられている。このような系は、操作が簡単である反面、常にバックグラウンド電流を意識する必要がある。ラベル化試薬と DNA との結合はある選択性を持って起こるが、ターゲット DNA が共存しなくとも、やはり有為の吸着が起こるためである。これは、検出限界を向上させるうえで障害となる。

筆者らは、ハイブリダイゼーション反応を利用したラベル化について検討している。具体的には、末端にフェロセニル基を導入した DNA をラベル化に用いる方法である。基本的に、プローブ DNA とターゲット DNA を含んで、1:1:1 の化学量論比の錯体を生成させ、この錯体そのものに酸化還元活性を持たせるわけである。低分子を用いたラベル化法では、電極表面の二重鎖 1 ユニットあたり複数個のラベル化剤が結合するので、筆者らの系は検出感度の点では不利である。しかし、ターゲット DNA が共存して初めて酸化還元活性が発現するので、バックグラウンド電流の低減が図れるものと考えている。また、電極表面での反応を定量的に取り扱ううえでも都合が良い。

筆者らが用いている DNA の構造を以下に示す。まずプローブ DNA は一部ホスホロチオエート型とし、金電極に親和性を持たせている。またラベル化 DNA は poly T とし、一部 poly A 構造を持たせたターゲット DNA とハイブリダイズするような設計となっている。

プローブ DNA

5' - TsTsTsTsTsTCTCATACATG - 3'

(Ts はホスホロチオエート構造を表す。太字の部分が認識サイト)

ターゲット DNA

5' - CATGTATAAAAAAAAAAAAAA - 3'

(プローブ DNA に対する相補鎖 DNA)

5' - CATTTATAAAAAAAAAAAAAA - 3'

(筒線の部分にミスマッチ構造を持たせたもの)

ラベル化 DNA

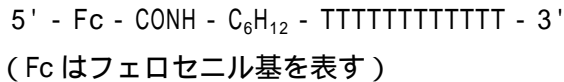


図3に、筆者らの系の模式図を示す。実際の操作は、これまで紹介した系と特に異なったものではない。まず、金電極（直径1.6mm）上にプローブ DNA 溶液を滴下し（50 μM, 10 μl）室温下にて乾燥させる。電極を良く洗浄したのち、あらかじめラベル化 DNA とハイブリダイズさせたターゲット DNA 溶液（50 μM）に浸漬する（5 , 24h）。測定は、通常の三電極式セルを用いて行っている。

図4は、最終的に得られる電極のサイクリックボルタモグラムの一例である。ボルタモグラムには、フェロセニル基由来の酸化還元ピークが見られ、電極表面で、図3に示すような錯体（サンドイッチ錯体）が形成されているものと推定できる。図4に見られるように、本系でもバックグラウンド電流は比較的大きい。しかしこの場合、フェロセニル基の電解反応には関係しない電流（容量性電流）であるため、その低減は比較的容易である。図5は、微分パルス法を適用して得られたボルタモグラムである。図5から明らかなように、バックグラウンドを抑制させつつ感度の向上を図ることができた。また図5には、ミス

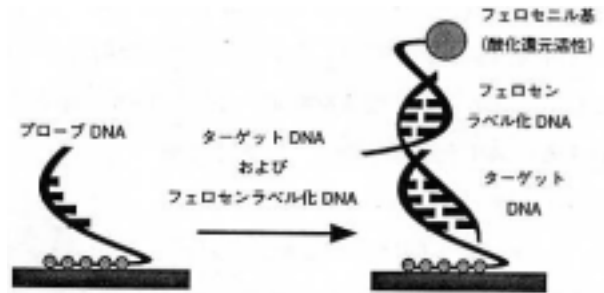


図3 サンドイッチ錯体形成反応を利用した遺伝子センサの模式図
フェロセニル基の酸化還元反応をもとにターゲット DNA を検出

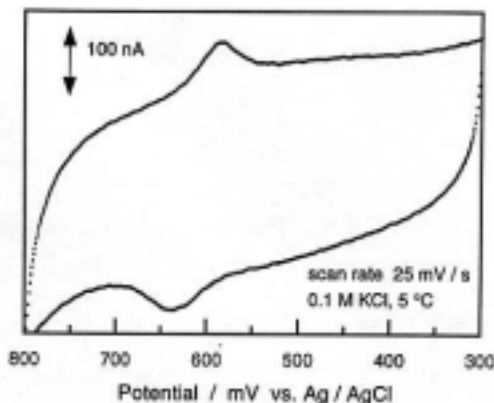


図4 サンドイッチ錯体修飾電極のボルタモグラム

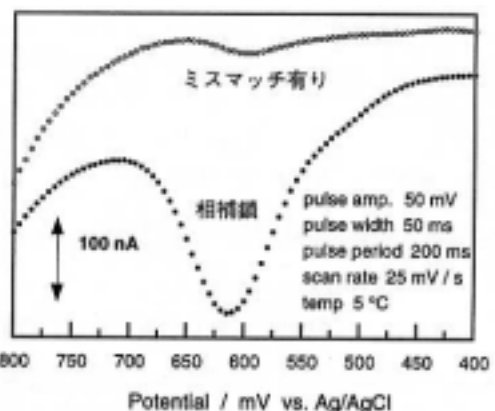


図5 サンドイッチ錯体修飾電極のディファレンシャルパルスボルタモグラム

マッチ型のターゲット DNA についての結果も示している。本系では、ターゲット DNA の認識は7つの核酸塩基の結合によって起こる。7つの塩基のうち、ミスマッチ構造は僅かに一箇所であるにもかかわらず、殆ど応答が見られていない。ボルタモグラムのピークから電荷量を算出し、これを比較した場合で相補鎖の6%未満の応答量であった。

以上の結果は、本系が特定遺伝子の計測に用い得ることを示すものである。現在までのところ、筆者らの研究は遺伝子センサのモデル系を実証しただけである。今後多様な系に適用することでさまざまな知見を集め、遺伝子センサとしてリファインしていきたいと考えている。

3. 二重鎖 DNA を感応物質に用いるバイオセンサ

これまで述べてきた研究は、DNA そのものを計測の対象とするものであった。しかし、DNA は二重らせん構造のかたちでさまざまなバイオアフィニティー反応に参与している。例えば DNA の持つ遺伝情報は、ある種のタンパク質が結合することで初めて発現する。また各種の薬物や抗生物質も、ウイルスの遺伝子に結合することでその生理活性を発揮する。近年、さまざまな環境汚染物質の発ガン性や変異原性が問題となっているが、やはり DNA への結合が引き金となる。このような現象を考慮すると、DNA 二重らせんそのものを、各種の分子や生体成分に

対するホスト化合物と見なすことができよう。しかしこれまで、そのようなバイオセンサの報告例はなかった。これは、i) 固定化が難しいこと、および ii) 触媒活性を持たないのでアフィニティー反応の検出が困難であること、の2点が理由と考えられる。筆者らは独自の手法でこれらの問題点を克服し、標記のバイオセンサを実現した。

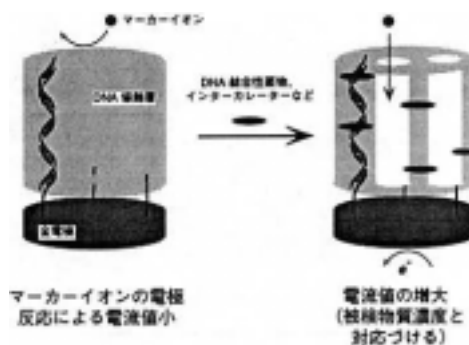


図6 DNA 修飾電極を用いたバイオアフィニティセンサ

3.1 基本となる考え方・方法

化学センサの感応物質として DNA 二重らせんを利用するうえで、筆者らの戦略は以下のとおりである。

まず DNA の固定化である。DNA は反応活性な置換基を持たず、酵素等の固定化に用いられるような架橋試薬は役に立たない。他に報告されている固定化法は、単に物理吸着であったり、DNA のアニオン電荷 (リン酸基由来) との静電相互作用を利用する手法であった。しかしこのような系では、DNA 本来のアフィニティーが損なわれてしまうことが予想された。そこで DNA

末端を含硫黄化合物により化学的に修飾する。これにより金属 - 硫黄配位結合をアンカーとして固定化できる。前項で述べたホスホロチオエステル構造を持った DNA プローブの利用も、この着想に端を発している。なお最近の文献に、申請者らの固定化法の応用が散見されるようになっている。

実験には天然の DNA (仔牛胸腺由来) を用いた。まず常法に基づき、超音波照射による切断、精製処理を行う (塩基対分布 40 - 400bp)。末端リン酸の誘導体化はごく簡単であり、2段階の処理で調製できる。金表面への固定化はこれまでと同じで、単に基板を DNA 溶液に浸漬するだけである。図 7 は、赤外吸収スペクトルの一例である。チオール化 DNA で処理した基板は、DNA の透過吸収スペクトルとほぼ同一の反射吸収スペクトルを示すことがわかる。一方、天然の DNA で処理したときには、DNA に特徴的な吸収が認められず固定化は起こらない。なお水晶発振子重みセンサを用いた測定から、DNA の固定化量として $3.4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ の値を得た。この結果に基づく被覆率の計算には、やや不確かな要素が伴うが、60%程度と見積もっている。

次は検出系の工夫である。既に述べたように、DNA 自身は電気化学的に不活性である。したがって DNA による表面修飾は電極反応の阻害につながる。ここで、電極反応は電極の表面状態に敏感なので、DNA がアフィニティー反応を起こせば、これは電極の反応特性に反映されるものと考えた。そこで、アフィニティー反応には無関係な酸化還元活性イオン (マーカージオン) を共存させ、その電極反応を指標にする方法を適用した。なおこういった方法は筆者らのオリ

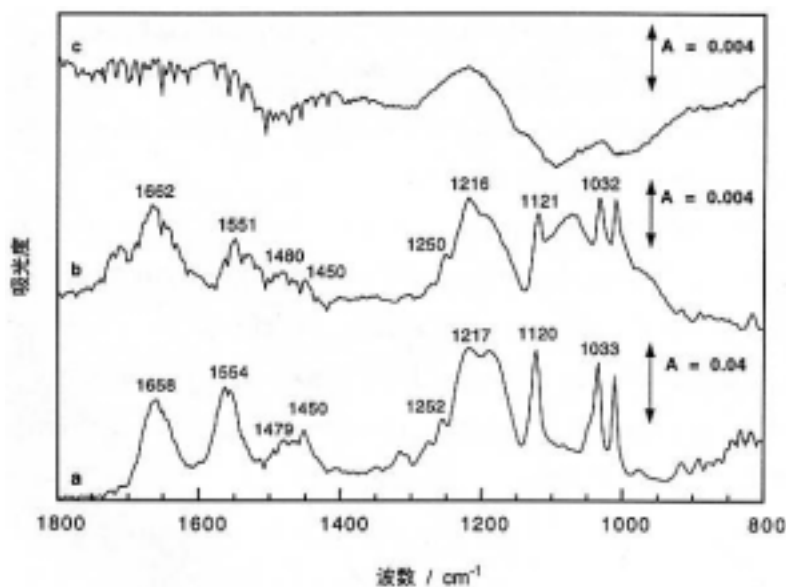


図 7 IR スペクトル

(a) DNA キャスト膜の透過スペクトル、(b) 修飾 DNA により処理した金基板の反射スペクトル、(c) 未修飾の DNA により処理した金基板の反射スペクトル

ジナルではなく、「イオンチャンネルセンサ」として確立された系であり、修飾電極の分野でも多用されている。

3.2 DNA 結合性物質に対する応答

マーカーイオンとして、フェロシアン・フェリシアンイオン酸化還元対を用いた場合、DNA による表面修飾によって電流値は 60%程度に減少した。これは、電気化学的に不活性な DNA が電極反応を阻害したためである。ここで測定溶液に DNA 結合性物質を添加すると、ボルタモグラムの電流値が再び増加した。一例として、抗マラリア剤として知られるキナクリンに対する電極応答を示す (図 8)。応答は 10^{-7} mol dm⁻³ オーダーと極低濃度から

起こり、 7×10^{-7} mol dm⁻³ 以上で飽和した。キナクリンは典型的なインターカレータとしても知られており、電極表面の DNA に結合することでこのような応答をもたらしたものと考えられる。電流値が増加する要因は、DNA にカチオン性のキナクリンが結合すると、電極近傍のアニオンサイトが減少し (DNA はポリアニオンである)、アニオン性マーカーイオンの電極近傍への接近が容易になるためと考えている。

アクリジンオレンジやサフラニンといったインターカレータ類、グリーブバインダであるスペルミンやスペルミジン (生物学的なポリアミン) を用いた場合にも同様の応答が得られた。加えてセンサ応答は、DNA との結合定数の序列を反映した結果であった。したがって本センサを用いることで、各種の薬物と DNA との相互作用を半定量的に解析することも可能ではないかと考えている。さまざまな環境汚染物質の発ガン性や変異原性が問題となっている昨今、このようなセンサが役立つことがあるのではないかと期待している。

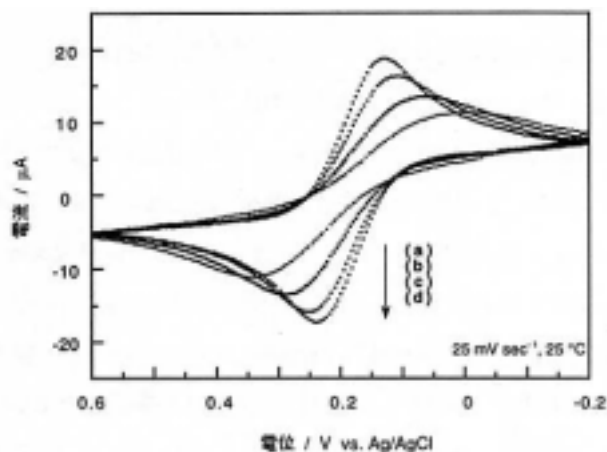


図 8 キナクリンに対するボルタンメトリック応答
キナクリン濃度、(a) 0M ; (b) 2×10^{-7} M ; (c) 4×10^{-7} M ;
(d) 8×10^{-7} M. 支持電解質 5mM K₂[Fe(CN)₆]、5mM K₃[Fe(CN)₆]、10mM KCl

謝 辞

本研究は、本学工学研究科化学システム工学専攻 高木 誠教授、および材料物性工学専攻 前田 瑞夫 教授との共同によってなされたものである。ここに記して感謝の意を表す。

トピックス

ウズラの卵殻色素について

農学部畜産学科 宗 知 紀

1. はじめに

ウズラの卵や鶏の赤玉卵には色がついている。この色の正体はポルフィリンという色素で動物の体の中に普通に存在するものである。たとえば、血液のヘモグロビンのヘムを構成する基本構造であり、細胞の中で重要な働きをしているチトクロームという酵素の基本構造であったりする。この色素が卵殻の表面に沈着してウズラの卵の斑紋や鶏の赤い卵になる。私はウズラの卵殻斑紋形成というマイナーなテーマについて研究してきたが、この「トピックス」に掲載される機会を与えられたので、ここに紹介させていただく。

2. 卵の作られ方

まず、基礎知識としてウズラの卵あるいは鶏の卵が作られる過程を述べておく。卵はまず卵黄から作られる。すなわち卵巣には大小の卵胞があり、卵胞は卵黄前駆物質を取込みながら成長する。そして成熟した卵胞はホルモン（黄体形成ホルモン及びプロジェステロン）の感作を受けて排卵する（1日1個）。排卵された卵黄は卵管の中に入り下って行く。その間に卵管から卵白及び卵殻膜が順に分泌される。そして卵管子宮部（卵殻腺部）に到達し、カルシウムが分泌され卵殻が形成される。最後に色素が沈着して腹部を通り放卵（産卵）される。排卵から放卵まではウズラでは24～26時間、鶏では27時間程度とされている（もちろん個体差がある）。卵殻形成に最も時間がかかり、19～20時間を要する（本格的にカルシウムが分泌されている時間は15時間）。連続して産卵されている場合、放卵後30分ぐらいで次の排卵が起こり、卵形成が再び始まる。ウズラの卵殻色素沈着は放卵の2～3時間前に起こる（鶏は15時間前といわれる）。

3. 色素の貯留

ウズラの卵殻色素は卵殻腺部の粘膜上皮にある織毛細胞の上部に貯留される（図1）。その量は排卵後ほぼ直線的に増加し、色素の沈着と同時に激減する。すなわち上記の卵形成と同調して増減を繰り返している。

この色素はどこで生産されているのかという論議は30年くらい前からあるが、明確な答えは出ていない。というのは貯留される量が多いので織毛細胞自体が最初からすべてを生産しているとは考えづらいという説が完全に否定されていないのである。それで赤血球を壊して作って

るとか、前駆物質が肝臓から送られてくるとかという仮説が考えられた。しかし、上述のようにどの細胞でも生産できる物質なので織毛細胞内ですべて合成していてもおかしくはないと考えられる。単に量の問題であるとすれば酵素活性や mRNA の発現を捉えれば解決されるのではないかと思われる。確かにある酵素の活性は他の組織よりかなり高いことが示されている。が、今は誰も問題にしていないのでいつ解決するのかは不明である。

色素が卵形成と同調して増減していることから、卵形成に関連する要因が色素の貯留にも関連しているのではないかと考えられた。卵形成に対し最も重要な要因は排卵に関するもので、すなわち黄体形成ホルモン (LH) 及びプロジェステロンである。LH は標的組織が性腺なのでプロジェステロンに注目して実験をした。ステロイドホルモンの合成阻害剤を使って排卵を阻止すると色素は増加しないが、代償的にプロジェステロンを投与すると色素は増加することが明らかになり、プロジェステロンが色素の増加に関連していることが示された。また、卵管の成長を促進するエストラジオールについても検討したが、これに関しては否定的な結果しか得られなかった。ただし、雛にエストラジオールを投与し卵管を発達させると、色素合成酵素の活性も高くなることが示されている。排卵された卵を外科的に卵管に入らないようにすると、その後も色素は増加するが、対照よりやや少なくなる。これは卵管に卵が存在することの意義を示唆する。最近では卵が卵管に存在するという物理的刺激もカルシウム分泌を促進するという報告があり、卵管自体の活性を高めるという観点ではこの要因も色素増加を補助的に刺激する役割を果たしていると考えられる。

4. 色素の放出

卵殻腺部に貯留された色素は放卵 2~3 時間前にいっきに放出されて卵殻表面に沈着する (鶏では若干異なる)。この色素

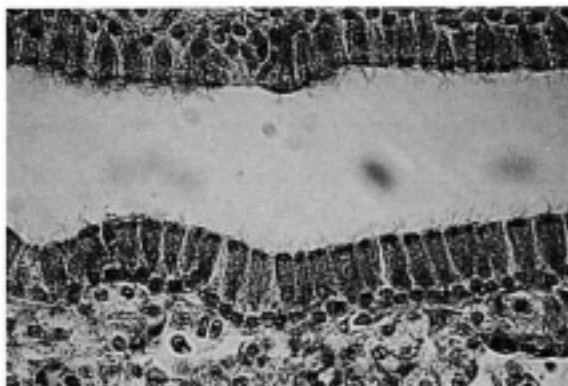


図1 排卵20時間後の卵殻腺部粘膜上皮
粘膜上皮の織毛細胞を線取るように色素が貯留されている。HE染色。

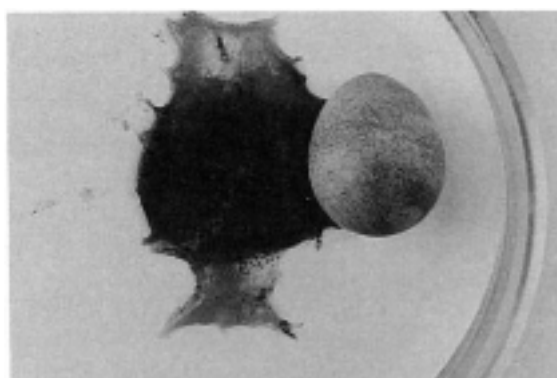


図2 誘起された色素放出
プロスタグランディンの卵殻腺部内投与で放出された色素が卵殻表面に沈着している。粘膜上にも色素のつぶが多数あるが、写真では見づらい。

を放出させる直接の要因はプロスタグランジンであることを明らかにした(図2)。これは次のような事柄から導き出された。すなわちウズラの卵殻表面を覆っているクチクラ層(色素を含む)にはリンが多い。そこで色素放出前にリン酸緩衝液を卵殻腺部に投与すると色素が放出された。この現象はプロスタグランジン合成阻害剤のインドメタシンを前投与すると起こらない。プロスタグランジンの前駆物質を投与すると色素放出が起こるがインドメタシン前投与でこの影響は消える。当然インドメタシンを前投与してもプロスタグランジンを投与すると色素は放出される。したがってプロスタグランジンが直接色素放出を誘起する。これは色素沈着直前にインドメタシンを投与するとその色素沈着が遅延されることで検証された。おそらく卵殻形成の終りに卵殻腺液中のリン濃度が上がり、その刺激で組織中のプロスタグランジンが増加するのではないかと考えている。

ウズラの卵に特有の斑紋は色素放出開始後おおよそ30分くらいで形成される。これは単に放出された色素がそのまま沈着するのではない。そのまま沈着すると鶏の赤玉のようになる。細胞から放出された色素は集まって大きな塊となる(図3)。これが卵殻表面に付着し、卵殻腺部の運動によって広げられて斑紋となる。この仕組みは粘膜ヒダの形状、卵殻腺液量の減少と粘度の増加、クチクラ物質の同時分泌などが関係しているものと考えられる。また、貯留色素の量が場所によって異なっている事も確認されている。卵殻腺液量の減少は重要で、図2に示されるように、液量の多い時期にプロスタグランジンで色素を放出させると全体が茶色あるいは点状になり、まったく斑紋は形成されない。

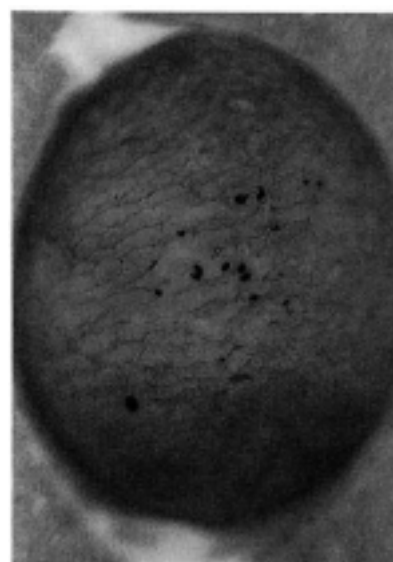


図3 色素沈着中の卵殻腺部粘膜
粘膜の上に色素の塊が多数観察される。
ホルマリン固定。

5. おわりに

ウズラの卵の斑紋を作る色素についてずいぶん長くつき合っているが、このようなマニアックなテーマでよく続いたものだと自分でも呆れる。だが、大きい見方をすれば、卵殻色素も卵殻の一部である。そうすると色素の貯留や放出に関連する要因が卵殻形成に関係していてもおかしくない。卵殻は卵の重要な構成要素である。そういうふうにと考えるとこの研究もほんのわずかでも世の中の役に立つ可能性が見えてきた。

お 知 ら せ

1. 職員交替のお知らせ

3月31日をもって、筑紫地区の都築廣久助手が東和大学助教授へと転出します。「長い間お世話になりました。今後ともよろしくお願い致します。」(都築)。かわって、4月1日より新任の三浦好典助手が着任します。三浦氏は理学部物理の出身で、この3月にD3で理学博士の学位を取ったばかりです。専門はタンパク質の相転移です。「未熟者ですが、よろしくお願い致します。」(三浦)。大量の仕事の引き継ぎのため、しばらくは混乱が出るかも知れませんが、悪しからずお願い致します。

2. 第16回中央分析センター講演会報告

上記の講演会が平成10年3月12日、工学部応用物質化学科応1講義室にて、午後2時より開催されました。演題と講師及び座長は以下の通りです。

・「酸素分子活性化を行う酵素反応のモデル錯体によるシミュレーション」

有機化学基礎研究センター・成田 吉徳 教授

座長：松田 教授(理学部、中央分析センター長)

・「配向性黒鉛中の欠陥及び水素とその熱的挙動」

応用力学研究所・佃 昇 助教授

座長：坂下助教授(中央分析センター)