

特集

進化学研究の新世紀 [進化学の成果]

陸上植物のボディープランの進化

長谷部光泰

はせべ みつやす

生物の形を担う発生システムはいくつかの遺伝子系に分割できる。異なった系統に属する、異なった発生システムを持つ種間において、相同な遺伝子系を探索し、比較していくことにより、発生システムがどのように進化してきたかを明らかにできるはずである。モデル被子植物でわかってきた発生遺伝子系は動物とどう異なっているのか、他の陸上植物においてどのくらい一般性があり相同性を探索できるのか、どのように進化してきたのか、そして、陸上植物の形態進化を理解するにはさらにどんな研究が必要なのかについて考えてみる。

自然科学研究機構・基礎生物学研究所，総合研究大学院大学(発生進化学)．<http://www.nibb.ac.jp/~evodevo>

多様な動物群において、ホメオボックス遺伝子が共通に存在しているという発見は、多様だと思われてきた動物のボディープランを統合的に理解できる可能性を示唆した。そして実際に、ホメオボックスの発見以降の研究は、さまざまな体制を持つ後生動物の発生過程が基本的には同じ遺伝子セットを用いて進行していることを明らかにし、大きな驚きをもたらした⁽¹⁾。では、この統合化の流れは生物全般についても波及するのだろうか。後生動物は人間自身を含み、人間との関わりの深い系統である。しかし、35億年の生命の歴史をたどると、ほんの7億年ほど前にカビやキノコなどの菌類と分岐した一系統にすぎない。生物界全体を見渡すと、多細胞の体を作るものだけでも、菌類、南方熊楠で有名な粘菌類、アサクサノリでよく知られる紅藻植物、陸上植物と緑藻類を含む緑色植物、昆布などを含む黄色植物、そして藍藻などの細菌類その他、いくつかの系統が知られている。いったい、これらの多細胞生物のボディープランとその進化を統合的に理解することはできるのだろうか。

最近のゲノム研究の結果は、後生動物における統合化、すなわち、「同じ遺伝子セットを使っている」という意味での統合化が、他の多細胞生物との間では成り立たないことを示した。すなわち、後生動物で発生過程に必須な役割を果たしている

TGF- β 、Wntなどの遺伝子セットが陸上植物のシロイヌナズナやイネには存在しないことがわかったのである。では、後生動物と陸上植物の発生過程には何の接点も無く、両者を統合的に考えることはできないのだろうか。どうもそうではないようである。後生動物の発生過程において、胚をいくつかの区画に分けて、それぞれの区画が異なった発生運命を歩むようにする仕組みが共通に用いられており、ホメオボックス遺伝子が大きな役割を担っている。一方で、植物の花器官形成においては、花原基が動物の胚のように区画化され、別々の発生運命をたどることによって花が形成される。このプロセスにはホメオボックス遺伝子ではなくMADS-box遺伝子という転写因子が用いられている。つまり、使われている遺伝子セットは異なっているけれども、発生様式は類似している。つまり、「特定の細胞群を区画化し、区画を異なって運命づける」という発生様式は共通なのである。つまり、実際に働く遺伝子セットは異なっているとしても、受精卵という単細胞から多細胞体制を作り上げる「発生の仕組みとその進化」にはいろいろな多細胞生物で共通性が見いだせ、生物全体の発生システムの進化を統合的に理解できるかもしれないのである。

しかし、現状では、後生動物以外の動物における発生システムの分子基盤はほとんど解明されて

おらず、それらを比較していくことは今後の興味深い課題となっている。陸上植物においても、被子植物のシロイヌナズナを中心に発生システムの分子基盤がかなり明らかになってきたが、他の緑色植物についてはまだほとんど研究が進んでいない。そのため、被子植物以外の陸上植物の発生過程が、後生動物で見られたように「同じ遺伝子セットを使っている」のかどうかはまだわかっていない。本稿では、陸上植物の発生過程を比較し、最近少しだけわかってきた被子植物以外の植物における発生の分子機構を紹介しつつ、被子植物で明らかになってきた発生システムの分子機構がどのくらい一般的なのかについて考えていきたい。

陸上植物とは

現生陸上植物 land plants は緑色植物の一単系統群で、文字通りほとんどが陸上生活をしている。コケ植物(セン類, タイ類, ツノゴケ類), 小葉類, シダ-トクサ類(トクサ類, マツバラ類, ハナヤスリ類, リュウビンタイ類, 薄囊シダ類), 種子植物(裸子植物, 被子植物)から構成される。小葉類とシダ-トクサ類を合わせてシダ植物と呼ぶ。形態, および分子系統解析から緑藻類の中のシャジクモ藻類が陸上植物の姉妹群であることが明らかになっている。しかし, 水草のように水中生活をしているものや, 緑藻類の中で地衣類と共生して陸上生活しているものもあることから, 発生的特徴から「有胚植物 embryophytes」と定義する方がより厳密である。有胚植物はいくつかの固有な性質(共有派生形質)を持っているが⁽²⁾, 発生プロセスに特に関わるのは以下の2点である。

①卵が造卵器の中で形成される。

緑色植物のほとんどは精子と卵がともに親個体から放出され, 親の体外で受精する(図1)。一方, 陸上植物は1倍体の親が多細胞性の造卵器と造精子器を形成し, その中で卵, 精子が分化する。種子植物ではかなり退化しているが, 造卵器, 造精子器の発生過程は陸上植物全般でよく保存されており, 共通の遺伝子セットを用いて発生がすすんで

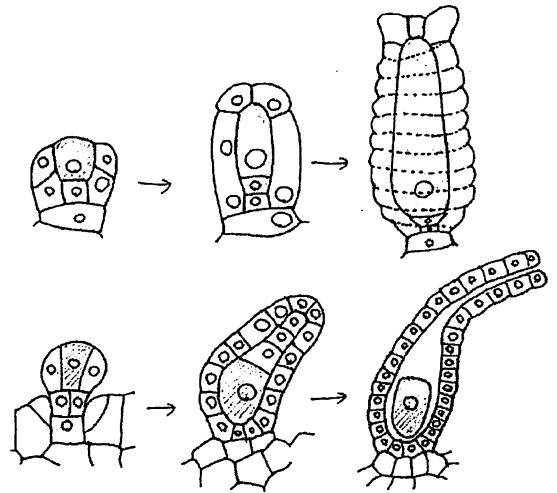


図1—シャジクモの仲間(上)の生卵器形成とゼニゴケの仲間(下)の造卵器形成。文献(11)より改図。

いるのではないかと予想される。シャジクモの仲間は生卵器と呼ばれる多細胞器官を形成する。生卵器は, その中で卵が分化し, 陸上植物の造卵器と似ている。しかし, 発生様式は図1に見るよう大きく異なっている。また, シャジクモ藻類のコレオケテ類では受精卵を被うようにシャジクモの生卵器に似た器官が形成される。そんなわけで, 陸上植物の造卵器は陸上植物における新規獲得形質であると考えられているが, その起源と進化については全く不明である。シャジクモ藻類に見られる生卵器は, 陸上植物の造卵器形成につながるような祖先的遺伝子ネットワークをすでに確立しているのだろうか, あるいは, 全く異なるところから造卵器形成ネットワークが進化してきたのだろうか。造卵器形成が卵を乾燥から保護し, 乾燥した陸上で生活する陸上植物の進化に必須であっただけに興味深い。コケ植物セン類のヒメツリガネゴケを用いて, 造卵器, 造精子器形成, 特に特異的に発現する遺伝子を収集しようという試みが行われており(金沢大学小藤累美子私信), 造卵器造精子器形成に関わる遺伝子系の特定とその進化解明が待たれる。

②多細胞の2倍体世代が形成される。

シャジクモ藻類は1倍体に多細胞体を形成し, 2倍体となるのは受精卵だけである。受精卵の最初の細胞分裂が減数分裂ですぐに1倍体に戻ってしまうのである。陸上植物は全て, 受精卵の最

初の分裂が体細胞分裂で、多細胞の2倍体を形成する。2倍体の大きさは陸上植物進化のグレードが上がるにつれて大きくなっている。コケ植物では1倍体よりも小さな2倍体が1倍体に半寄生している。シダ植物では2倍体は茎葉を形成し、1倍体はせいぜい1 cm くらいの大きさである。種子植物もシダ植物と同じように2倍体に茎葉を形成するが、1倍体の退化の程度が著しく、数細胞になっている。どのような発生システムをどのように進化させて2倍体が大きくなれたのかは陸上植物進化の最大の謎の1つである。この点については後で触れるように、被子植物で明らかになってきた2倍体胚発生システムが他のグレードの陸上植物でどの程度保存されているかを調べることによって推察できるようになるだろう。

陸上植物の2倍体が多細胞化したことは、緑色植物が陸上生活に適応する上で大きなメリットだったと考えられている⁽³⁾。シャジクモは受精卵から4つの胞子しか形成できない。しかし、コケ植物では1つの受精卵から数千の胞子が形成される。陸上では、水中生活よりも受精が著しく困難である。従って、たまたまうまく受精ができたなら、受精卵からなるべくたくさんの胞子を作って繁殖することが、繁殖率の点でも、遺伝的多様性を生み出す点でも有利なのである。そして、大きくなれば、遠くへ胞子を飛ばし分布を拡大できるメリットもあったと考えられている。

受精卵から2倍体個体が形成される初期段階は必ず造卵器中(あるいは1倍体組織中)で発生プロセスが進む。1倍体個体は胞子が体外に散布され、1細胞から多細胞体制を形成するので、多細胞体制を発生させるために必ずしも母胎が必要ではないはずである。もしかすると、2倍体の発生過程に植物ホルモンの供給など母胎のなんらかの作用が必要であり、発生上どうしても欠くことのできないもの、すなわち、発生拘束となっているのかもしれない。

受精卵の極性形成、不等分裂

受精はほとんど全ての生物に普遍的な現象であ

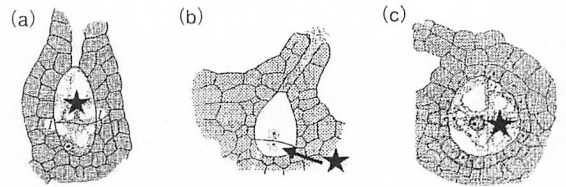


図2—いろいろな陸上植物における受精卵の最初の細胞分裂。(a)ゼニゴケの仲間、(b)小葉類の受精卵の2細胞期、(c)薄囊シダ類の仲間。黒星印は頂端細胞を示す。(a)(c)は文献(12)、(b)は文献(13)より改図。

る。そして、上述したように、受精後の体細胞分裂は陸上植物の共有派生形質である。植物の発生様式で動物と最も異なっている点は、分裂組織を永久に保持し続けることである。茎や根の先端などに分裂組織が維持され、たえず、茎葉や根が発生し続けている。動物の場合、無制限に分裂能を持ち、分裂により自分と同じ細胞と分化すべく運命づけられた細胞を生み出すような細胞は幹細胞と呼ばれる。植物の分裂組織の細胞も動物の幹細胞に対応するものだろうと考えられているが、その制御に関わる分子機構は全く異なっているようである⁽⁴⁾。陸上植物全般で共通しているのは、受精卵の最初の分裂によって、将来幹細胞を生み出す細胞(あるいはその細胞自身が幹細胞となる細胞)と非幹細胞に分裂することである。前者は頂端細胞、後者は基底細胞と呼ばれる(図2)。植物の受精卵は造卵器などの中に包まれており、大きさも数十ミクロン程度と小さいために研究が遅れていた。最近、シロイヌナズナにおける受精卵の研究から、受精卵の第1分裂後、頂端細胞側にオーキシンが極性輸送され、局在することがわかった⁽⁵⁾。また、頂端細胞側に茎頂分裂組織において幹細胞形成維持に関わると予想されている *WUSCHEL* (*WUS*) 関連遺伝子が特異的に発現することもわかってきた⁽⁶⁾。オーキシンは動物では発生過程に用いられていないし、*WUS* はホメオボックス遺伝子であるが、動物に対応する機能を持った遺伝子は知られていない。従って、受精卵形成の最初の段階から動物と植物では発生システムを担う遺伝子、分子機構が異なっているようである。

さて、陸上植物全般で受精卵の最初の分裂によって頂端細胞と基底細胞が分化する点はよく似ていると述べたが、その分子レベルでの解析はまだ

すすんでおらず、実は、全く違った遺伝子セットや分子機構を用いている可能性もある。オーキシンは低分子であり、似た分子が植物体内に多いことから、その細胞レベルでの分布を調べることはとても難しい。先述のシロイヌナズナの場合は、オーキシン誘導性プロモーターとレポーター遺伝子をつなぎ、植物体に導入することにより、オーキシンの存在している組織でオーキシン誘導性プロモーターが働き、翻訳されたレポーター遺伝子産物により蛍光が出るという系を用いていた⁽⁵⁾。ヒメツリガネゴケにおいて同様の実験を行うと、受精卵でレポーター遺伝子産物のシグナルが検出できることがわかった。また、頂端細胞と基底細胞のどちらで強いシグナルがあるのかはわかっていないが、コケ植物の段階でオーキシンが受精卵の発生に関わっている可能性は高いようである。オーキシンを使っている点ではコケ植物と被子植物で似ている可能性が出てきたが、明らかに違っている点もわかってきた。被子植物で花形成のホメオティック遺伝子として知られる *LEAFY* (*LFY*) 遺伝子オースログをヒメツリガネゴケで破壊したところ、受精卵の最初の分裂が阻害されることがわかった(棚橋貴子ら投稿中)。シロイヌナズナの *LFY* 遺伝子を全く作れない突然変異体でも胚発生は正常に進行することから、被子植物 *LFY* 遺伝子は受精卵の分裂に必須ではないことがわかっていて、従って、コケ植物と被子植物の受精卵の分裂様式の少なくとも一部は異なっていることが明らかになった。さらに、*LFY* 遺伝子は植物特有の遺伝子であり、オーキシンに加え、*LFY* 遺伝子についても受精卵の最初の分裂から動物とは分子機構がかなり異なっていることになる。

もう1つの単細胞からのスタート

受精卵の最初の分裂は、頂端細胞と基底細胞という異なった2つの細胞を生み出す。つまり、不等分裂である。不等分裂が起こるためには、細胞分裂の前に受精卵内で物質の不均等分配により、細胞内極性ができあがっているはずである。しかし、植物の受精卵の極性形成については分子レベ

ルでの研究は、さきほどの *WUS* 関連遺伝子が受精卵の中で分裂前に頂端細胞側に局在していることが知られているのみで、どのようなメカニズムで極性形成がおこるのかは皆目わかっていない。動物の不等分裂は、センチュウの受精卵、ショウジョウバエの上皮細胞、神経芽細胞、哺乳類の上皮細胞などでの研究から、aPKC-PAR と呼ばれる複合体が細胞内に非対称に局在することが重要かつ普遍的であることがわかってきた。また、細胞膜の一部分に印をつけ、そこを基準に細胞骨格系を構築し、細胞骨格を利用してタンパク質などの不均等分配を行っているらしいこともわかってきた。しかし、植物ゲノムには aPKC-PAR のホモログが存在しないし、細胞骨格系も動物と大きく異なっており、不等分裂の遺伝子セットは全く異なっているようなのである。いったい、植物の不等分裂はどのような分子機構によって担われており、動物と植物で機構が異なっているのなら、どちらが生物全般に普遍的な機構なのだろうか。今後、被子植物受精卵の人工培養が可能になれば、研究が進展することだろう。

しかし、受精卵の人工培養はかなり困難な状況である。動物の不等分裂が受精卵でも器官を構成する細胞でも類似したメカニズムを用いていることを考えると、植物の不等分裂機構を明らかにするために、受精卵以外に不等分裂をしている細胞を探すことも視野に入れるべきであろう。シロイヌナズナの気孔形成時や根の細胞分化において不等分裂の研究が進展している⁽⁷⁾。しかし、幹細胞の不等分裂を研究する良い系は被子植物ではまだ開発されていない。

植物の生活史を思い出すと受精卵以外にも単細胞から発生が進行するプロセスがある。動物は1倍体になるのが卵と精子だけであるが、植物の場合、1倍体にも多細胞体を形成する。1倍体の出発点は、2倍体の減数分裂によって生じる孢子である。孢子は発芽して1倍体の発生プロセスを経て、造卵器、造精器を形成して卵と精子を形成する。そして、孢子発芽の際には、受精卵と外見上よく似た不等分裂が起こっている。また、ヒメツリガネゴケの場合、孢子発芽後の原糸体(糸状の植物体で、先端に幹細胞があり、次々に非幹細

胞を切り出している)から酵素処理により幹細胞だけを単離することが可能で、この細胞を培養すると簡単に不等分裂を観察することができ、不等分裂に関わる因子が多数単離されつつある⁽⁸⁾。今後、このような系における研究がすすむことにより、生物界における不等分裂の分子機構の統合的理解が可能になるとともに、1倍体と2倍体での不等分裂機構の異同と進化についても議論できるようになるはずである。

受精卵初期の多様性

動物の卵割初期段階は多様性に富んでいる。植物の場合は動物よりずっと単純だが、いろいろなタイプが知られている。最初の不等分裂は共通であるが、頂端細胞と基底細胞ができる方向が分類群によって異なっていることが知られている(図2)。コケ植物の受精卵は造卵器の長軸と垂直に分裂し、将来、茎頂分裂組織へとつながる頂端細胞は造卵器の口側にでき、外向性と呼ばれる(図2(a))。一方、維管束植物の基部側に位置する小葉類では、逆に造卵器の基部側の細胞が頂端細胞となり、内向性と呼ばれる(図2(b))。シダ-トクサ類の系統では、トクサ類、マツバラン類が外向性、リュウビンタイ類が内向性、ハナヤスリ類は外向性と内向性の種を含む。現生シダ-トクサ類の種数の大部分を占める薄囊シダ類は受精卵の最初の細胞分裂が造卵器の長軸と平行で、頂端細胞と基底細胞が横向きに配置する(図2(c))。被子植物の受精卵は、例外はあるもののほとんど内向性である。裸子植物は他の陸上植物と大きく異なっている。昆虫の卵割初期は核分裂のみが進行することが知られているが、裸子植物はこの状態に似ている。受精卵の核は核分裂のみを続け、その後で細胞質分裂がおこる。どのくらい核分裂のみが進行するかは分類群によってさまざまである。裸子植物のグネツム類の一部は、他の陸上植物と同じように最初の核分裂時から細胞分裂を伴い内向性である。

植物特有の形質である幹細胞と非幹細胞の軸は、受精卵や胞子の最初の分裂で決定されており、その後の発生過程に大きな影響を与えている可能性

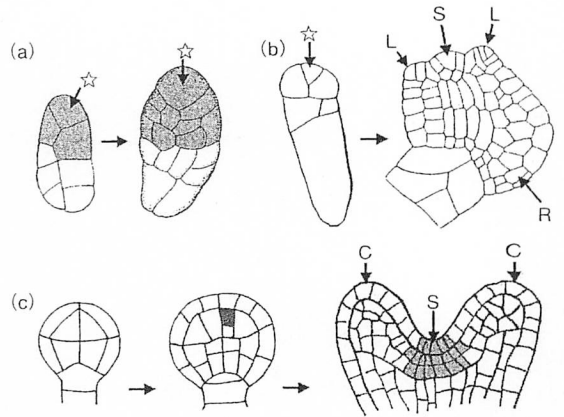


図3—陸上植物の胚発生段階。(a)コケ植物セン類の仲間、(b)小葉類クラマゴケの仲間、(c)被子植物シロイヌナズナ(胚の根端側半分は省略してある)。頂端分裂細胞を白星印で示す。S: 茎頂分裂組織、L: 葉原基、C: 子葉原基、R: 根原基。(a)(b)は文献(14)より改図。

が大きい。ハナヤスリ類以外は、受精卵の分裂方向は各分類群内で保存されていることを考えると、分類群ごとになんらかの発生拘束があるのではないかと予想されるが、よくわかっていない。今後、受精卵の極性、最初の細胞分裂の分子機構がわかってくればこのような問題解決の糸口が見つかるかもしれない。

維管束植物の初期胚発生

陸上植物の胚発生は多様性に富んでいる。コケ植物、シダ植物、種子植物のそれぞれの群内では、多様ではあるものの、ほぼ相同な発生プロセスを対応づけることが可能である。一方、この3つの分類群間での発生過程はかなり異なっており、その相同性を議論すること、ましてや、発生過程の進化について推定することは前世紀以来の大きな課題となっている(図3)。外部形態を比較しているとなんとなく似ているところもあるのだが、どこが相同かとなると確信が持てない状況である。後生動物の胚発生も多様性に富んでいたが、ホメオボックス遺伝子を始めとする発生過程を制御する遺伝子の発現場所と機能を異なった分類群間で比較することによって相同性を議論できるようになった⁽⁹⁾。では、植物の場合はどうであろうか。

コケ植物とシダ植物の分裂組織には頂端分裂細胞という細胞がある(図3(a)(b))。頂端分裂細胞は受精卵の最初の分裂でできる頂端細胞が数回

分裂することによって形成される。斜め分裂面を持つことが特徴で、斜め分裂面を3つ持つときは正四面体型、2つ持つときはレンズ型になる。コケ植物では発生初期の頂端側に頂端分裂細胞が形成されるが、数細胞から数十細胞になった段階で分裂しなくなってしまふ。一方、シダ植物では茎頂に加え、葉、根の先端にも頂端分裂細胞が形成、維持され、普通は成長する限り分裂し続ける。一方、種子植物の茎頂分裂組織には成長のすべての段階を通して形態的に頂端分裂細胞に対応するような細胞は見られない。さて、シダ植物と種子植物の茎頂分裂組織は対応可能なもののだろうか。

被子植物の茎頂分裂組織は *SHOOT MERISTEMLESS (STM)* と *WUS* 関連遺伝子を中心とする少なくとも2つの異なる遺伝子ネットワークによって制御されている。*WUS* 関連遺伝子は種子植物以外からは単離されていないが、*STM* 関連遺伝子はシダ植物、コケ植物における解析がすすんでいる⁽¹⁰⁾。シロイヌナズナの *STM* 遺伝子が機能を喪失すると茎頂分裂組織が子葉基部のみになってしまふ、分裂組織が無くなってしまふ。また、*STM* 遺伝子が欠損すると葉分化に関わる遺伝子が茎頂分裂組織で発現するようになる。従って、*STM* 遺伝子は茎頂分裂組織を葉への分化誘導遺伝子から保護し、分裂組織としての機能を保持する役割があると予想されている(図3(c))。シダ植物のリチャードミズワラビは頂端分裂細胞を持つ茎頂分裂組織を持つが、そこでも *STM* 関連遺伝子が発現していることがわかった。このことから頂端分裂細胞を持つシダ植物の茎頂分裂組織と持たない被子植物の茎頂分裂組織は似た遺伝子セットによって形成されている可能性が出てきた。被子植物の茎頂分裂組織は先の *WUS* 遺伝子を始め、いくつかの遺伝子の発現様式によって区画化されており、今後これらの遺伝子ホモログのシダ植物における解析がすすめば、シダ植物の頂端分裂細胞と対応する被子植物の茎頂分裂組織内の細胞が特定できるようになるかもしれない。

コケ植物と維管束植物(シダ植物と種子植物)の胚発生はかなり異なっていることから、これま

で相同な発生プロセスを対応づけることに多くの研究者がさじを投げてきた。ヒメツリガネゴケで *STM* 関連遺伝子の発現を調べると、胚発生初期は頂端分裂細胞を含む胚の頂端側で発現しているが、胞子嚢形成が始まるころになると胚の中部に発現が限局し、やがて消失する(図3(a), 文献(10))。このことから、コケ植物の胚発生初期段階は維管束植物の胚発生における茎頂分裂組織形成段階に対応するらしいことがわかってきた。では、どうして、コケ植物の胞子体は維管束植物のように茎葉を作らないのだろうか。おそらく *STM* 関連遺伝子の発現が胞子嚢形成とともに消失することと関係あるのだろう。*STM* 遺伝子はオーキシンやそれによって誘導されるいくつかの遺伝子によって発現制御されている。今後、*STM* を含む遺伝子制御系が被子植物とコケ植物でどちらがうのかを比較していくことによってこの問題にアプローチできるようになるのではないだろうか。

発生様式の進化の統合的理解に向けて

以上、植物の受精卵から胚発生に至る過程の多様性についてきわめて簡単に概観したが、植物ではまだ後生動物のように統合的なボディープランを描ける段階に至っていないことがわかりただけだと思う。今後、被子植物における発生生物学の進展にあわせて、シダ植物、コケ植物のような発生進化上重要な分類群の分子発生学が進展することを期待したい。そうすることによって、これまで外部形態だけでは描くことができなかった植物の統一なボディープランが描けるようになり、ひいては全生物における発生様式の進化が統合的に理解できるようになるのではないだろうか。

文献

- (1) 佐藤矩行ほか: 発生と進化, 岩波書店(2004)
- (2) L. Graham: Origin of Land Plants, Wiley(1993)
(邦訳: 渡邊信・堀輝三(訳), 陸上植物の起源, 内田老鶴園(1996))
- (3) R. B. Searles: Am. Nat., 115, 113(1980)
- (4) T. Laux: Cell, 113, 281(2003)
- (5) J. Friml et al.: Nature, 426, 147(2003)
- (6) A. Haecker et al.: Development, 131, 657(2004)

- (7) G. Jurgens: Mech. Development, 120, 1395 (2003)
- (8) 長谷部光泰: 蛋白質核酸酵素, 47, 1494(2002)
- (9) S. B. Carroll et al.: From DNA to Diversity, Blackwell Science(2001) (邦訳: 上野直人・野地澄晴(訳), 形づくりと進化の不思議, 羊土社(2003))
- (10) 長谷部光泰: 遺伝, 57, 39(2003)
- (11) G. M. Smith: Cryptogamic Botany vol. I, II, McGrawHill Book Company, Inc.(1938)
- (12) C. W. Wardlaw: Morphogenesis in Plants, Methuen & Co. Ltd.(1968)
- (13) C. W. Wardlaw: Embryogenesis in Plants, Methuen & Co. Ltd.(1955)
- (14) D. H. Campbell: The structure and Development of Mosses and Ferns, Macmillan Company (1918)

50 年前には

天気予報の当り外れ

久米庸孝

“一体天気予報はどうして外れるんですか。大体天気予報ってものは当てるためのものでしょう。それを外すちゅうのは、要するにあんた方あ職務怠慢だと思うんだ。怪しからんとワジャ思っとりますがね。”

市民講座、成人講座の類で、十中八九、最後にこの質問がでる。この質問をするのは大体型がきまっていて年のころ五十前後、夏ならばウチワ片手に浴衣がけ、冬ならばドテラ姿ににぎり何とかで、会場の一隅からジーツと講師の顔ばかりにらんでいるオッサンである。話の内容なんかどうでもよいので、气象台予報官という講師の肩書に興味を持ち、一席糾弾せずんばあるべからずと出てきた御仁である。

“アイツ、あんな失礼な質問をしやがって、講師先生おこりゃしないかな。これからはすこし聴衆の質を select しないといかんかな” などと気の弱い主催者氏がハラハラして講師先生の顔色をうかがう。

この質問、筆者大好きである。市民講座はこの質問が出るんで嬉しい。いやしくも气象台を養うべく税金を納めている市民すべての共通の聞きどころに相違ない。あんまり露骨に聞くのは失礼だろうと思って差しひかえている他のお上品な聴衆だって、内心はそこそ聞きたいはずで、ドテラのオッサンは正直にそれを代表しているだけである。国家公務員たる气象台予報官はこれに答える

義務がある。

はじめに一刀切返しをやる。“ハハア、天気予報ってもんは当らなくちゃいかんですか。何か、天気予報は必然的に当るべきである、というような理屈でもありますか。”

経験によれば、この切返しに対する反応は、ただ一つに限られるといっても過言でない。たいていケゲンな表情になって、“だって、天気予報ってのはカガクでやるんでしょう。”

‘科学’は既にそれ自身 LAPLACE の魔なのである。

‘科学’をしてオッサンの魔たらしめたそもそものもとは一体何なのであろうか。思うにやはり天文の予報であろう。何年何月何日何時何分に日食があるといえはちゃんとある。あるといわない時には必ずない。秒以下の誤差は、相対論や測地学の問題ではあっても、オッサンの日常生活には直接の関係はない。

編曆すなわち天文予報は科学技術であり、天気予報もまた正に科学技術である。その実地技術は医師の臨床診断と同様、多年の熟練を必要とするけれども、決して山カンではない。それは科学の方法によって分析し、科学の論理によって推論し判断する。‘科学’である点においてオッサンは決してまちがっていない。しかるに天文予報は必ず当り、天気予報は何故外れるか。

天気予報は力学を持たないのに、天文予報は力学そのものだからである。(後略)

『科学』第 24 巻第 10 号(1954)より