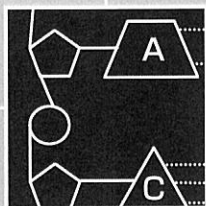


管理に活かす 芝草の植物生理学

最終回

生育の鍵を握る遺伝子
— 遺伝子の活性化 —



アクション植物科学研究所
所長 宇城 正和 (農学博士)

1 遺伝子とは何か?

人間界では、昔から「蛙の子は蛙^{カエル}」^{カエル}と言い習わす一方、「トビがタカを生んだ」と表現したくなる事例も見られます。しかし、生物学的にはもちろん「蛙の子は蛙」が正しいわけで、従って「ペンクロスの子はペンクロス」となります。では果たして、ペンクロスは何世代経ってもペンクロスなのでしょうか？ 普段、芝草の管理において、遺伝子や遺伝の働きについて考えることは少ないと思いますが、芝草が生存し、繁殖を続けるには、実は遺伝子が最も重要な根本要因になっています。今月号では、遺伝子と遺伝の伝わるしくみをお話し、最後に遺伝子レベルからみた芝草管理について考察致します。

ヒトとサルの間には、類似点と同時に、決定的な相違点があります。ヒトからはヒトしか生まれないういし、サルの子はサルなのです。このような現象は何に起因するのでしょうか？ 1865年、オーストリアのメンデルはエンドウを実験材料にして、有名なメンデルの

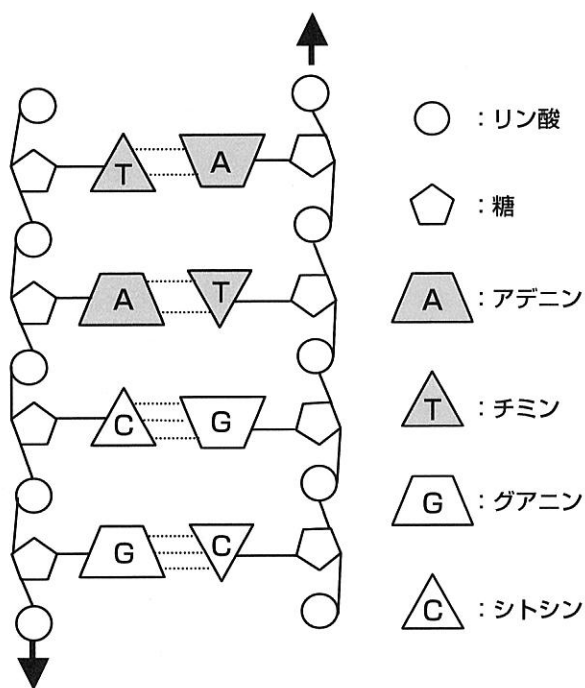
法則を発表し、遺伝現象の解明に最初の光を投げかけました。メンデルは植物の遺伝のしくみを説明するために、遺伝のもとになる因子を考えます。これが遺伝子という概念の始まりでした。20世紀、1953年にワトソンとクリックが遺伝子本体の具体的な姿、DNAの二重らせん構造を発表します。芝草もDNAを遺伝子として、太古からその性質を受け継いできています。

最近の報告によれば、ヒトの遺伝子が2万1787個、単子葉植物のイネが3万2000個、双子葉植物のシロイヌナズナが2万6000個なので、芝草の遺伝子も2万〜3万個であろうと推定されます。

● 遺伝子の本体

当初、遺伝子の本体はタンパク質と考えられましたが、アメリカのエイブリーらによって、核酸のDNAであるという解き明かしが始まり、次第に確定しました。個々の遺伝子是一个のタンパク質(酵素など)を指定しているだけですが、沢山の遺伝子がもたねって様々な情報を伝え、一個の生物体を造り上

DNAの2本の鎖→ねじれてらせん構造になる



● 遺伝子の構造

DNAとは、鎖の輪がたくさんつながったものだと考えて下さい。ひとつの鎖は三つの物質からできています。塩基・糖・リン酸です。塩基には4種類あり、いずれも窒素原子を含んでいます。4種の塩基とは、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)です。DNAは二本の鎖が一緒に

なったらせん構造をしており、その二重らせんの内側で、塩基同士が弱い結合(水素結合)をしています。個々の結合は弱くても、それが沢山合わさることによって、なかなかほどけない強固な二重らせんになっています。塩基同士が結合する組み合わせはいつも決まっています。アデニンとチミン(A・T)、グアニンとシトシン(G・C)です。

2 遺伝のしくみ

四つの塩基のうち、三つの塩基の組み合わせ順序で、一つのアミノ酸が決まります。例えば、塩基がTAC(チミン・アデニン・シトシン)と並んでいると、メチオニンというアミノ酸を表します。一つの遺伝子には、多くのアミノ酸を指定する塩基の暗号が並んでいるというわけです。地球上の生物のほとんどは、同じ暗号によって遺伝情報が決められています。

● 遺伝の言語

● 英語のアルファベットは26文字で(A、B、C、…X、Y、Z)すべての言葉(単語)を表わします。本を読んだりするのに必要な単語数は数万にもおよびます。

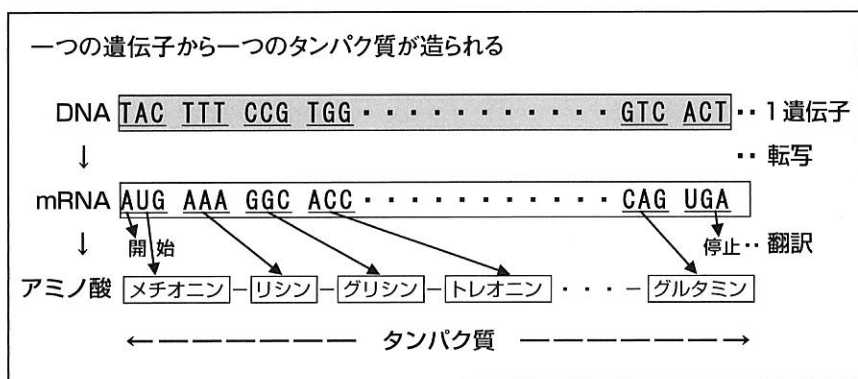
● 一方、遺伝の言語のアルファベットは4文字だけです(A、T、G、C)。しかも、一つの単語はいつも3文字と決まっています。英語ならさしずめ、DOG犬、CAT猫、SEE見るなどの限られた単語だけです。遺伝の言語はすべて3文字からなる

単語で、その単語数はたった64個(4×4×4)しかありません。英語の単語数と比べても非常に少ないわけです。

● 例えば、塩基の配列TACでは、遺伝子がここから始まるという開始の意味と同時に、一つのアミノ酸(メチオニン)を表します。ACT、ATT、ATCの三つの単語はすべて、ここで遺伝子が終わるという停止の意味を示しています。残りの60種類の三文字の単語は、すべてアミノ酸(メチオニンを除く19種類のアミノ酸のどれか)を意味しています。タンパク質を造っているアミノ酸の種類は20種類だけなので、遺伝の言語で、これらすべてのアミノ酸を表せるのです。

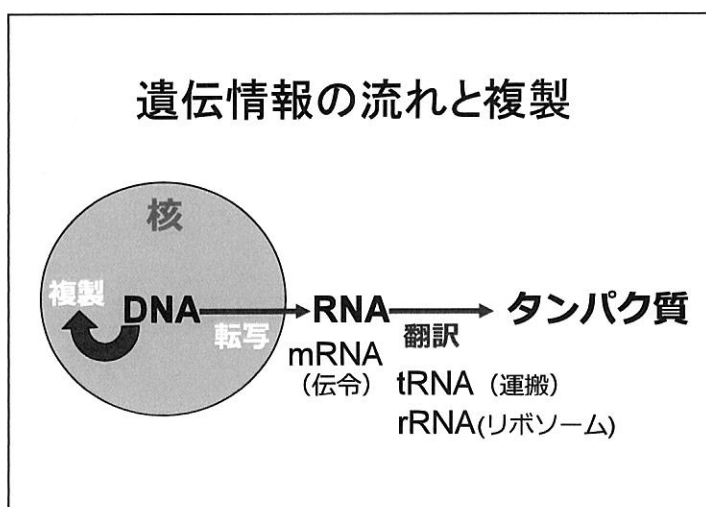
● 当初、塩基配列の意味が解明されないうちは、「暗号」であつたわけですが、現在、これらはすべて解読されていますので、遺伝の「言語」とみなすことができます。暗号表も存在します。英語や日本語に比べて、非常に簡単ですが、一つの遺伝子の中に書かれている個々の単語をつなげていくと、アミノ酸の鎖にな

り、最終的に、ある決まったタンパク質（酵素など）を意味するようにになります。遺伝の言語とは、単語（アミノ酸）の組み合わせで、何万という違ったタンパク質だけを表す情報伝達なのです。



遺伝情報の流れ

芝草の遺伝情報も個々の細胞核の中に入っており、必要に応じて（例えば、先月号で触れた植物ホルモンによる引き金等によって）DNAのある遺伝子が活性化し、アミノ酸をつなげて特定のタンパク質を造るようになります。遺伝情報の流れを簡単に説明しましょう。DNAの遺伝子はまず、核内でRNAという別の核酸に写し取



られます（転写）。次にこのRNA（mRNA）の短い鎖は核の外の細胞質に出て、写し取った単語の種類に応じてさまざまなアミノ酸を結合させていきます。その時、別のRNA（tRNAやrRNA）の助けを借りて、タンパク質を造り上げます（翻訳）。

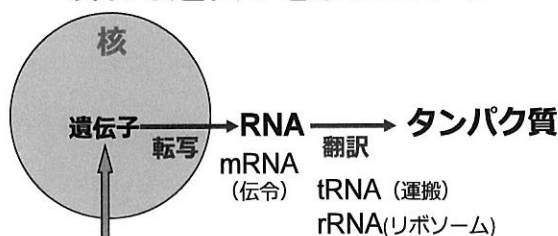
また、細胞が分裂するとき、核内で全く同じDNAが複製されなければなりません。

元の遺伝情報を保存しているDNAに変化がなければ、生物、例えばペンクロスは永遠に同じその品種ペンクロスを維持しようとしめます。遺伝子に突然変異が起きると、遺伝子は変化し、正常なタンパク質が造れなくなります。普通は生存に不利になるため、その生物は子孫を残せなくなりま

3 遺伝子を活性化させ

さて、本誌3月号「芝草はタンパク質をどのようにして造るか？」で触れた熱ショックタンパク質は、ストレスを軽減するタンパク質です。また、6月号で生体防御に関連して述べた病原関連タンパク質（PRタンパク質）は、病原体を攻撃するタンパク質です。いずれも、特定の遺伝子からそれらのタンパク質の情報が転写・翻訳されて造られます。さらに、抗菌性物質であるファイトアレキシンそのものはタンパク質ではありませんが、この物質を造る反応を促進するために、まず酵素タンパク質を

眠れる遺伝子を活性化する



ミネラル・微量元素は
必要な遺伝子を活性化する

造り上げる必要があります。特定の遺伝子が活性化しなければなりません。その他、さまざまな遺伝子があるのですが、必要な時に必要な遺伝子がすぐに活性化され、必要なタンパク質が造られるとは限りません。

遺伝子の活性化には、先月号で取り上げた植物ホルモンも大きな働きを担っています。さらに、医学の世界でも取り上げることが多くなったミネラル（植物であれば、

微量元素も含めて）が、遺伝子を活性化するという考え方がありません。証明されている領域はまだほんのわずかですが、植物の世界でも同じように、ミネラルによる遺伝子の活性化が今後、重要視されてくるでしょう。

4 遺伝子からみた芝草管理

1. 芝の持つ遺伝子を活かす

病気やストレスに負けない強靱な芝を育てるには、芝草が本来持っている野生の力強い遺伝子を、必要に応じて活性化させることが必要です。ゴルフ場、特にグリーンの芝草は、自然界や農作物の植物に比べ、さまざまなストレスを受けています。芝草がストレスに打ち勝てるよう、その活力を高めるためには、土壌分析や葉身分析を定期的に行い、必要な栄養素を必要な時に、必要な量だけ与えなければなりません。必須栄養素を欠かさないことが重要で、カルシウムやマグネシウム、カリウムの他に、見過ごされやすい微量元素の欠乏を避けなければなりません。土壌施肥に葉面施肥を併用すれば、

こまやかな肥培管理を行うことができます。芝草が本来持つ酵素や遺伝子を十二分に活性化させ、病気やストレスに強い芝を育てることが出来ます。

2. 芝品種と遺伝子

熱帯や病気に強い芝の品種が開発され、その程度も数値化されています（NTEPの形質評価）。品種によって熱帯や病気に強い遺伝子群があるはずであり、これらの品種は、何世代経てもその遺伝子群が変化しないことになっています。しかし、形質評価は、比較する品種の生育条件がほぼ同じであることが前提で、条件が変われば、当然数値が変化してしまいます。その芝品種の本来持つ優秀な形質（性質）を発揮させるためには、酵素や遺伝子の活性化が必要です。適切な栄養素、特にミネラル（Ca、Mg、K、亜鉛、鉄、マンガン、銅など）の欠乏を防がねばなりません。また、日照不足や酸素不足の場合には、弊害を回避するための資材や手段が必要になります。

まとめ

①芝草も遺伝子によって造られる。

②遺伝子の本体はDNAであって、リン酸—糖—塩基から成り立っている。

③DNAの塩基にはアデニン（A）、チミン（T）、グアニン（G）、シトシン（C）の4種類があり、これらのうちの3種の組み合わせによって一つのアミノ酸を指定する。

④遺伝情報は、DNA→RNA→タンパク質へと流れて性質を発現し、DNA→DNAへと複製されて細胞分裂が起こる。

⑤芝の品種が本来持つ優れた特性を引き出すためには、生育条件やミネラル・微量元素の量を適正に保ち、酵素や遺伝子を活性化する必要があります。

引用文献

- 1) 眞木芳助 (2008) : 大改訂版 芝草管理用語辞典、一季出版
- 2) 見つめる生物ファールEYE、遺伝、DNA、東京法令出版、p. 54-87.
- 3) Alberts, B. (1996) : Essential Cell Biology, [Essential細胞生物学、監訳：中村桂子、南江堂、p. 597
- 4) 宇城正和 (2005) : 宇城センター生物I講義の実況中継、遺伝、p. 98-184