

遺伝的多様性とは何か



どんな生物も、細胞から構成されています。ヒトは、約60兆個もの細胞から構成されているといわれており、その細胞それぞれの核のなかに、決まった数の染色体のセット(=ゲノム)を持っています。染色体の上には遺伝子が存在し、遺伝子は普通DNAとよばれる高分子からできています。DNA(および遺伝子、染色体)はその個体の全ての細胞で基本的に同一です。一方、クローンでない限り、他の個体と同一であることはまずありません。さらに、種が違えば、細胞あたりのDNAの長さ、遺伝子の数、染色体の形などさまざまな違いが現れます。

ある特定の遺伝子をたくさんの個体や集団で比べたとき、バリエーションが豊富であれば、その遺伝子の多様性が高いということになります。「遺伝子」に注目したとき、個々の遺伝子のバリエーション全体を「遺伝子(レベル)の多様性」といいます。遺伝子に限らず、ひとつの種のなかで、集団や個体が示す遺伝的な違いを「遺伝的多様性」といい、種のなかで、個体ごとの遺伝的な違いが多くみられることを「遺伝的に多様である」といいます。

遺伝的多様性を調べること

はじめにふれたとおり、遺伝子レベルの多様性は種内に存在する遺伝的違いを意味し、地理的に隔たった集団間の変異と単一の集団内にみられる変異の2つの面が含まれます。

遺伝子レベルの第一の面、「地理的に隔たった集団間の変異」とは、たとえるなら「遺伝子の方言」のようなものだと思います。同じ日本語のなかで、地方ごとに特有の方言があるように、目には見えなくても、生物の遺伝子にも地方ごとの違いがあります。

同じひとつの「種」とされていても、別の地域に生息している集団を遺伝的なレベルで比較したとき、互いに大きく異なっていることは少なくありません。特に島嶼に取り残された種の場合、その傾向は顕著です(6~7ページ参照)。これはそれぞれの島の集団が、海を隔てて互に行き来できなくなり、その後の長い時間を経て、島ごとに独自の「方言」ができあがっていったことを示しています。

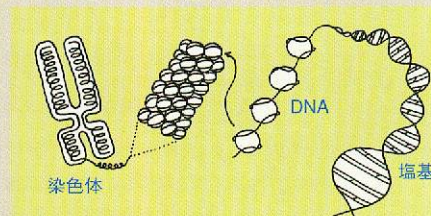
しかし、そういった遺伝的な違いは、必ずしも外見(形態)に現れるわけではありません。例えば、この調査で調べられているトゲネズミは、異なる島にすんでいるもの同士を比べても外見上顕著な違いはありません。トゲネズミは種として絶滅のおそれがあり、保全の対策が必要ですが、仮に外見だけで判断し、遺伝的に違いがあることを理解していないと、「同じトゲネズミだから」と、保全対策として、ある島のトゲネズミを他の島に移すようなことをしてしまうかもしれません。しかし、遺伝子からみれば、それは「同じ」ではありません。新しく持ち込まれたトゲネズミが増えたとしても、そのこと自体が、もともとその島にすんでいたトゲネズミの住みかや繁殖の機会を奪うことになる

《コラム》染色体・遺伝子・DNA

DNA(デオキシリボ核酸)は核酸とよばれる物質の一種で、遺伝子の正体です。アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)という4種の単位(=塩基)が一行につながつた2本の鎖が水素結合で対になった二重らせん構造をしています。ヒトでは全てのDNA塩基対を数えると、30億にもなり、引き延ばすと、細胞あたり2m弱の長さになります。

遺伝子とは、DNAの塩基によって書かれた生物の設計図です。遺伝子の数は例えばヒトではおよそ3万個というのが、最近の研究で明らかになりました。ヒトのような高等生物では、遺伝子はDNAの上に散らばって存在し、遺伝子書き込まれている場所はDNA全体の数%です。

DNAは普段は細胞の核にコンパクトにまとめられていて、細胞分裂の際、染色体という形をとります。



かもしれません。もし、もともといたトゲネズミが絶滅すれば、ひとつの「方言」が失われ、遺伝的多様性は減少することになります。また、これらのトゲネズミが雑種をつくり、もともといたトゲネズミと違う遺伝子を持つようになるかもしれません。この場合も、遺伝子の固有性が失われ、遺伝的多様性に悪影響を及ぼします。

つまり、遺伝的多様性の調査による裏付けがなければ、種の保全のためにみえる行為も、既存の集団の遺伝子を攪乱したり、逆に種の絶滅を促す結果になることもあり得るのです。このようなことは、トゲネズミでは、現実になっていないことですが、メダカなどでは実際にこの話に近いことが起こっていて、その地域固有の遺伝的特徴を持ったメダカが失われているのではないかと懸念されています。

遺伝子レベルのもうひとつの面、「単一の集団内にみられる変異」は、「遺伝子の個性」とたとえてもいいかもしれません。親や兄弟のような、一見よく似たもの同士であっても、実際にはそれぞれ個性があり、まったく同じではないように、野生生物の集団は、遺伝子レベルでみればそれぞれ固有の遺伝的特徴を持った(=遺伝的多様性の高い)、「個性を持った」個体の集まりであることが普通です。「遺伝子の個性」は、それ自身とても大切なもののなのですが、生物の保全を行う上では、特に「遺伝子の個性の減少」が問題になることがわかってきました。

「遺伝子の個性の減少」した(=遺伝的多様性が低い)集団では、伝染病・害虫などに抵抗性を持つ遺伝子が失われ、すべての個体が同じ病気にかかったりしま

す。また、仔の死亡率が高まり、繁殖の成功率が低下したりします。この現象は、近交弱勢きんこうじやくせいとよばれていますが、その原因は遺伝的多様性の低下により、集団から遺伝子が失われることにあります。

例えば、イリオモテヤマネコのDNAを調査した結果、遺伝的多様性が極めて低いことが明らかになりました。そのためネコエイズをはじめとする、さまざまな病気に対する抵抗性が低いことが考えられ、種の保全に当たっての重大な懸念となっています(下コラム参照)。また、佐渡のトキは結局子孫を残すことができませんでしたが、これは近親交配が進み、遺伝的多様性が低下していたことがその一因と考えられています。

特に希少生物においては、遺伝子レベルの多様性が低下することは、種を存続の危機にさらし、絶滅のおそれを増大させることにつながります。見た目は特に変化がないように見えても、急速に絶滅に近づいていることも多いのです。しかも、いったん遺伝的多様性が失われれば、そこから人工的に繁殖させようとしても手遅れになることも少なくないでしょう。注目される種の遺伝子レベルの多様性が失われる前に、遺伝的多様性の実態を明らかにしその保全を行うことは必須のことなのです。また、希少生物に限らず、生息地が分断され集団のサイズが縮小している種なども、早急に遺伝的多様性の実態を明らかにすることが必要です。遺伝子レベルでの多様性の減少が深刻化し、その保全のための知識が必要とされる状況が、生物多様性を保全する上で、今後さらに増えていくと思われます。

《コラム》 イリオモテヤマネコの遺伝的多様性

イリオモテヤマネコは沖縄県の西表島のみに生息し、現在の生息数は100個体前後と推定されています。北海道大学の増田隆一先生は、DNA塩基配列が繰り返している領域(マイクロサテライト)の変異を調べることで、イリオモテヤマネコの遺伝的多様性を調べています。20万年ほど前にイリオモテヤマネコと分かれた種とされる大陸産のベンガルヤマネコは、マイクロサテライト9ヶ所中8ヶ所で違いがみつかりましたが、イリオモテヤマネコでは違いが検出された場所はなく、遺伝的多様性が極めて低いことがわかりました。生息数があまりに少ないため、遺伝子に偏りが生じたか、近親交配が続いたためと考えられます(※)。別の研究でも、イリオモテヤマネコの遺伝的多様性が近縁種と比べて極めて低く、遺伝的障害が起きやすい状態であることが示唆されています。

(※)参考文献 増田隆一(1999):野生動物の保全と管理,「環境保全・創出のための生態工学(岡田光正、大沢雅彦、鈴木基之 編著)」,丸善,東京,pp. 63-72.

●マイクロサテライトの例：
「GCT」という配列がくり返しています。

