

### 3. 毛色の遺伝について考えてみる

#### ◆人の毛色でメンデルの法則をおさらい

われわれ東洋人にとって、美しい金髪の人々は別世界の存在ですよね。ところで、この金髪の遺伝子は濃色系の遺伝子に対して「劣性」なのです。

誤解はしないで下さいね。生物学で言う「劣性」とは能力が劣っているという意味ではありません。これについてはまず、私たちが学校で一度は習ったことがある（はずの？）「メンデルの法則」をおさらいしましょう。メンデルの法則には以下の3つがあります。

優性の法則  
分離の法則  
独立の法則

この中で特に重要なのが「優性の法則」と「分離の法則」です。ここでは濃色系の遺伝子を大文字の「A」、その対立遺伝子（※1）である金髪の遺伝子を小文字の「a」としましょう。その場合、各人の遺伝子構成はAA、Aa、aaのいずれかになりますが、Aはaに対して「優性の法則」に基づく優性であるため、各人の毛色は以下のようにになります。なお、俗に人の毛髪は金色、栗色、赤色、黒色と分別されるように色々な遺伝子が関連するのですが、ここではあまり複雑に考えないで下さい。

遺伝子型 AA： 濃色  
遺伝子型 Aa： 濃色（←優性遺伝子 A により濃色の発現が優先した）  
遺伝子型 aa： 金色

このように自らの形質（＝生物的特徴）を優先して発現させる遺伝子 A を「優性遺伝子」と言い、優性遺伝子に自らの形質が隠されてしまう遺伝子 a を「劣性遺伝子」と言います。

金髪になるには、父親からも母親からも遺伝子 a をもらわなければなりません。両親とも金髪（遺伝子型 aa）の場合、当然ながらその子は金髪（遺伝子型 aa）となります。一方で、両親とも遺伝子型 Aa の濃色の場合、その子の遺伝子型は「分離の法則」に基づき 25%が AA、50%が Aa、25%が aa となり、つまり両親とも髪の色が濃色の場合でも金髪が生まれることがあります。

ちなみに、マリリン・モンローの金髪は染色したものであって、遺伝子の賜物ではなかったことは有名な話です。

繰り返しますが、優性遺伝子の「優性」とは能力が優っているという意味ではなく、劣性遺伝子の「劣性」とは能力が劣っているという意味ではありません。人の血液型を例にすれば、O型の遺伝子はA型やB型の遺伝子に対して劣性であり、O型の遺伝子が2つ重なった（劣性ホモになった）者が私を含めてO型人間ですが、O型人間の能力が劣っているかどうか、そのご判断は皆様方にお任せ致します！

#### ◆ディープインパクトの仔に栗毛はありえない

皆さんは、ディープインパクトの仔に栗毛系（＝栗毛および栃栗毛）は1頭もないことをご存知でしょうか？

鹿毛系（＝鹿毛、黒鹿毛および青鹿毛）と栗毛系の配合のみならず、鹿毛系同士の配合でも栗毛系は生まれます。私がこの世界に足を踏み入れるきっかけとなったテンポイント、長年日本のリーディングサイヤーに君臨したノーザンテースト、そして全兄弟同士のアグネスフライトとアグネスタキオン、ざっと思い浮かぶこれら栗毛馬は父親も母親も鹿毛系です。

しかし、多様な毛色の牝馬に交配して既に産駒数は 1500 頭近い鹿毛のディープインパクトですが、栗毛系の仔は一切いません。なぜでしょうか？

鹿毛系独特の濃色を誘発する遺伝子を通常「E」と呼んでいます。E の劣性対立遺伝子は「e」であり、各馬の遺伝子型は EE、Ee、ee のいずれかになります。栗毛系になるには遺伝子型が ee となるのが絶対条件なのですが、遺伝子型 EE の馬は仔に遺伝子 E しか授けないため、仔の遺伝子型は必然的に EE または Ee となり、絶対に栗毛系にはなりません。よって、ディープインパクトの遺伝子型は EE であると断定できます。

#### ◆あれれ??

本書のサイヤーライン 56 頁の左側は Sadler's Wells のサイヤー群ですが、その直仔のうち芦毛の El Prado 以外は全て鹿毛系です。

ところで、2002 年の北米リーディングサイヤーである El Prado の直仔であり、2013 年の北米リーディングサイヤーである Kitten's Joy の 3 代血統表は以下の図 6 です。

(図 6)

Kitten's Joy 栗毛 2001	El Prado 芦毛 1989	Sadler's Wells 鹿毛 1981	Northern Dancer 鹿毛 1961
			Fairy Bridge 鹿毛 1975
		Lady Capulet 芦毛 1974	Sir Ivor 鹿毛 1965
			Cap and Bells 芦毛 1958
	Kitten's First 鹿毛 1991	Lear Fan 鹿毛 1981	Roberto 鹿毛 1969
			Wac 鹿毛 1969
		That's My Hon 栗毛 1983	L'Enjoleur 黒鹿毛 1972
			One Lane 栗毛 1961

El Prado の仔である Kitten's Joy が栗毛ということに、「あれれ?」と思い、浅はかな私は Sadler's Wells と El Prado の親子関係に疑問を抱いてしまったのが事の始まりでした。芦毛、鹿毛系、栗毛系の毛色の誘発は各々特定の遺伝子が司っていますが、これら遺伝子の優劣の関係はごく単純に以下と信じていたのです。

芦毛 > 鹿毛系 > 栗毛系

あくまで説明のための便宜上、ここでは芦毛の遺伝子を A、鹿毛系の遺伝子を B、栗毛系の遺伝子を C と仮定してみます。私は、A、B、C は同じ遺伝子座 (※2) に位置する単なる複対立遺伝子 (※3) 同士であって、各々の遺伝子型は以下と思い込んでいたのです。

芦毛： AA、AB、AC  
 鹿毛系： BB、BC  
 栗毛系： CC

よって、以下のような考えを抱いてしまったのです。

Kitten's Joy は栗毛のため遺伝子型は CC となり、父の El Prado からは遺伝子 C を継承したことになる。El Prado は芦毛なので、El Prado の遺伝子型は AC 以外は考えられない。

次に、El Prado の父である Sadler's Wells は鹿毛であり、遺伝子型は BB または BC となるが、仔である El Prado の遺伝子型は AC 以外は考えられないことから、Sadler's Wells から El Prado には C が継承されたことになる。よって、Sadler's Wells の遺伝子型は BC ということになる。

しかし、Sadler's Wells の産駒を調べたところ栗毛系が一切見当たらない。つまり Sadler's Wells の遺伝子型が BC であるとは考えられない。

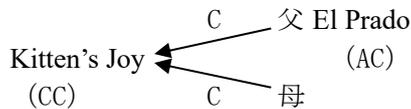
遺伝子型が BC の鹿毛系の種牡馬を、遺伝子型が CC である栗毛系の牝馬に交配した場合、生まれてくる仔馬の遺伝子型（毛色）の比率は、メンデルの「分離の法則」により BC（鹿毛系）：CC（栗毛系）= 1 : 1 となる。にもかかわらず、父が Sadler's Wells で母が栗毛系の馬のうち 20 頭をサンプリングしてみたところ、栗毛系の馬は皆無だった。もし Sadler's Wells の遺伝子型が BC であった場合、20 頭全てがこのように栗毛系でない確率は  $0.5^{20} \approx 0.00000095$  となり、このサンプリングだけでも統計学的にゼロに等しい値ということが分かる。

このことから、Sadler's Wells の遺伝子型は BB であると断定できる。そうすると、El Prado は父の Sadler's Wells からは遺伝子 B しか継承せず、また El Prado 自身は芦毛であることから、遺伝子型は AB 以外は考えられない。

以上の話をまとめれば以下となる。

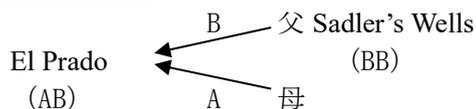
- ① Kitten's Joy の父が El Prado であれば、El Prado の遺伝子型は AC となる。
- ② El Prado の父が Sadler's Wells であれば、El Prado の遺伝子型は AB となる。

<①の場合>



Kitten's Joy の遺伝子型は CC、つまり父と母から各々 C を継承。父の El Prado は芦毛であり遺伝子 A を持っているので、自ずと El Prado の遺伝子型は AC となるはず。

<②の場合>



El Prado は芦毛の遺伝子 A を母から継承。父の Sadler's Wells の遺伝子型は BB のため、父からは B しか継承せず、自ずと El Prado の遺伝子型は AB となるはず。

これらの話をつなげると、Kitten's Joy の父の父は Sadler's Wells ではないということになり、結果、以下の(1)か(2)のいずれかということになる。

- (1) Kitten's Joy の父は El Prado ではない。
- (2) El Prado の父は Sadler's Wells ではない。

次に、El Prado の産駒一覧を見てみたところ、Kitten's Joy 以外に栗毛系が何頭もいることが分かった。よって、もし(1)だとしたならこれら栗毛系産駒は全て、実の父親は El Prado ではなかったということになるが、そのようなことは実際にはあり得ない。以上から、「El Prado の父は Sadler's Wells ではない」という結論となる。

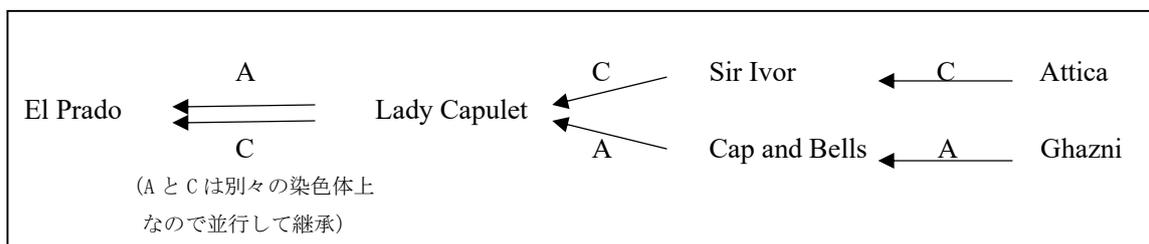
「これは物凄いスクープかもしれない！！」

と心臓が高鳴り、同時に私は色々なことを考え始め、

「2002 年の北米リーディングサイヤーに輝いた El Prado だが、この血が入った馬は全て血統登録抹消となるのだろうか？」

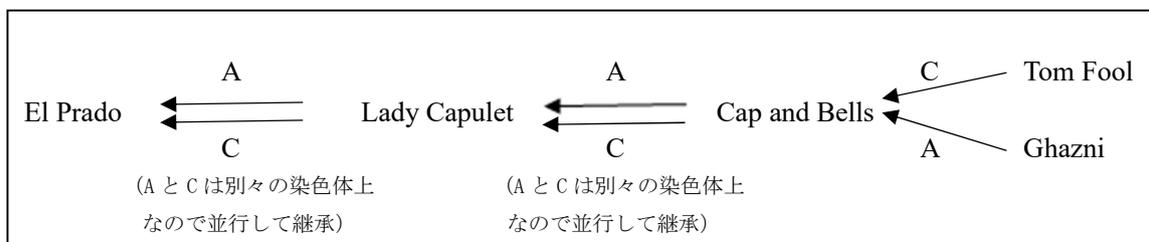
「これらダイヤモンドが全て瞬時に石ころとなり、すると、想像を絶する額の資産が喪失？」  
「自分がこのようなことを発表したのが原因で？」  
「ちょっと待てよ、我が身は大丈夫か……」  
そう思って体が寒くなったのは、いまでは笑い話です。  
芦毛を誘発する遺伝子は鹿毛系や栗毛系の遺伝子とは別の染色体に存在することを知らなかつた私。そのことを専門家の先生に指摘され、私は絶句してしまいました……。  
改めて Kitten's Joy の栗毛の理由についてです。  
El Prado の母 Lady Capulet の父である鹿毛の Sir Ivor はその母 Attica が栗毛のため遺伝子型は BC となります。El Prado は芦毛の母 Lady Capulet から A を継承するも、A は B や C とは別の染色体に位置するため、El Prado は母から A のみならず Sir Ivor の C を継承し、Kitten's Joy が父 El Prado と母 Kitten's First から各々 C を継承したと考えれば理に適います (図 7)。

(図 7)



または、Lady Capulet の母 Cap and Bells の父である鹿毛の Tom Fool は、その産駒に栗毛がいることから、遺伝子型は BC と断定できます。よって、Lady Capulet はその芦毛の母から遺伝子 A のみならず Tom Fool の C を継承し、さらに Lady Capulet はその A および C をそのまま El Prado に授けたとも考えられます (図 8)。

(図 8)



繰り返しますが、芦毛の遺伝子を A、鹿毛系の遺伝子を B、栗毛系の遺伝子を C と表記したのは、あくまで便宜上です。これら毛色の遺伝の通則をまとめると以下となります。ただし青毛および白毛の遺伝子は考えないで下さい。

・芦毛を誘発する遺伝子は G、その劣性対立遺伝子は g と呼び、毛色は以下のようなになる。

遺伝子型 GG : 芦毛

遺伝子型 Gg : 芦毛 (←優性遺伝子 G により芦毛の発現が優先した)

遺伝子型 gg : 芦毛以外

・鹿毛系を誘発する遺伝子は E、その劣性対立遺伝子は e と呼び、**G や g とは別の染色体に存在する**。遺伝子型 gg の場合 (つまり遺伝子 G がない場合) において、毛色は以下のようなになる。

遺伝子型 EE： 鹿毛系  
遺伝子型 Ee： 鹿毛系（←優性遺伝子 E により鹿毛系の発現が優先した）  
遺伝子型 ee： 栗毛系

Kitten's Joy の栗毛に最初「あれれ？」と思った時点では、Kitten's Joy は Sadler's Wells 系の一種牡馬ぐらいにしか気に留めていませんでしたが、その後、2013 年に北米リーディングサイヤーに輝いたことに何か因縁なるものを感じました。もしも本当に El Prado が Sadler's Wells の仔でないのが事実であったなら、本当にとてつもなく大変なことになっただろうな、といまさらながらしみじみ思いました……。

#### (※1) 対立遺伝子

細胞の核の中で染色体は2つずつ「対」になって存在するが、双方の同じ遺伝子座（※2）に存在する遺伝子を互いに「対立遺伝子」と言う。

#### (※2) 遺伝子座

各々の遺伝子は決まった染色体の決まった位置に存在する。その位置を「遺伝子座」と言う。

#### (※3) 複対立遺伝子

同じ遺伝子座に存在しながらも、各々異なった生物的形質を発現する遺伝子が3種類以上ある場合、これら遺伝子群のことを「複対立遺伝子」と言う。人の血液型の遺伝子はその代表例であり、A、B、O という3種類の遺伝子が存在する。

## 4. インブリードの本当の意味について考えてみる

### ◆まさかセールスポイントに!?

セリにおいて、名簿には上市各馬のインブリードの状況が掲載されています。私自身つい最近まで、例えばヤフーのオークションでは対象物品に傷がある場合はそれを出品者が自己申告でコメント欄に記載するように、セリ名簿のインブリードの記載もそれに似たもの、つまり「この馬はこんな近親交配になっちゃいました……」と言っているような気がしていました。

しかし、ふと、馬を上市する生産者はこれを「セールスポイント」と思っているのか？ と考えたとき、ハッとしたのです。

### ◆インブリードとは何か？

インブリード、つまり近親交配には科学的な「効果」があります。この「効果」という言葉にはプラスの意味もマイナスの意味も含まれます。つまり「諸刃の剣」なのです。

30 年以上前、私が高校生の時に読んだハーバード大学医学部助教授の A・ミランスキー氏の著書『あなたの遺伝子』（秀潤社）には、人は誰でも4種から8種の遺伝病の保因者とありました。この病気を「常染色体劣性遺伝病」と言い、これを発症させる遺伝子（便宜上、以下「有害遺伝子」と言います）は優性遺伝子に形質を隠されている劣性遺伝子であるため、ほとんどの人は発症しないで済んでいます。

4 から 8 という数字は、2 万数千と言われる人の遺伝子数からみれば微々たるものですが、しかし例えば、馬吉さんを祖父に持つサラ男君が、同じく馬吉さんを祖父に持ついとこのブレ子さんと結婚した場合は（日本の民法はいとこ同士まで近親結婚を容認）、生まれてくる子供のウマ美ちゃんは馬吉さんの3×3のインブリードとなり、血統表は次頁の図9のようになります。なお、馬之助さんと馬太郎さんは異母兄弟と思って下さい。