

う単語の意味を調べてみても、「(異種) 交配する」という意味は見当たりますが、近親交配のような意味は見当たりません。

このような安直な表記もインブリードの誤解を助長しています。少なくとも近親交配はインクロス[incross]、異種交配をアウトクロス[outercross]と表記すべきであり、よって私自身、近親交配について市販誌に寄稿する機会が今後もあって、編集部にご了解頂けたなら、「クロス」という言葉の使用は避けることとしました。

また、上述のとおりS×SおよびD×Dはインブリードとは言いませんが、多くの競馬関連書物やウェブサイトはSおよびDの区別をせずに表記しています。つまり、Lady Angela の2×3のインブリードであるノーザンテーストの仔は全てLady Angela の3×4と表記されてしまうわけです。

いとこ同士の両親を持つ子は3×3のインブリードということとなりますが、その子がどんな人と結婚しても生まれてくる子は4×4の遺伝的な効果や弊害がついてまわるといえるのですか？ そんな馬鹿な話があるわけないでしょう！

極端なことを言えば、実の親子やきょうだい同士の過ちで生まれてしまった人がいたとして、この人自身は血縁のない人と結婚したなら、その結婚に起因する遺伝リスクは普通の結婚と全く変わらないということです。しかし、ご丁寧にあらゆる書物やウェブサイトがこのような表記を用い始めてから、競馬サークルにおけるインブリードの解釈が益々おかしくなったような気がします。

私自身、中学生の頃から40年近く愛読していて、日本を代表する競馬誌でありJRAの機関誌たる『優駿』（中央競馬ピーアール・センター）でさえ、依然このような表記を用いていることこそ、日本の競馬サークルにおけるインブリードに関する理解のレベルを如実に示しています。

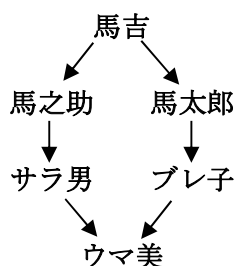
なお、一部の書物やウェブサイトでは「S×S」や「D×D」はインブリードではないことから、「S4×S4」の場合は「4・4」という表記を使用しているようで、また「S4×D4×D4」の場合なら「4×4・4」と表記されています。

しかし、「S4×S4」はインブリードではないことから記載不要であり、「S4×D4×D4」の場合なら4×(4×4)と表記するのが誤解がなく、よって、以下のインブリード効果を示す数値の説明ではそのように記載しています。

◆インブリード効果を示す数値とは？

上述のとおり、インブリードとは父方と母方より共通祖先の同一遺伝子をもらうことです。ところで、遺伝学では「近交係数」というものがあり、定義は「ある個体の持つ2つの相同遺伝子が、共通祖先が持っていた同じ遺伝子に由来するホモ接合体となる確率」です。ウマ美ちゃんが馬吉さんの劣性遺伝子をホモで保有する確率を上述しましたが、近交係数は優性遺伝子がホモになる確率も含まれます。

改めて、ウマ美ちゃんが馬吉さんの同一遺伝子を継承する図式は以下です。



ウマ美ちゃんが馬吉さんの劣性遺伝子 a を両親から各々継承して aa となる確率は、メンデルの「分離の法則」により矢印1つ当たりの確率は1/2 ですので、 $(1/2)^6 = 1/64 \div 1.56\%$ でした。

その一方で、馬吉さんは a の優性対立遺伝子 A を持っていたはずなので、同様にウマ美ちゃんが AA となる確率も 1/64 です。近交係数とはこの AA になる確率および aa となる確率の合計ですので、ウマ美ちゃんの近交係数は $1/64+1/64=1/32$ となります。ところで、近交係数 (= F) の数式は以下で表されます。

$$F = \Sigma [(1/2)^n (1+F_A)]$$

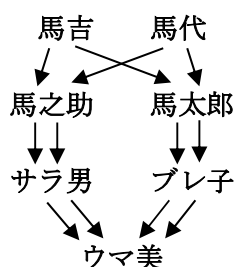
n: 片親から共通祖先へ遡って、もう一方の親へ戻ってくる「輪」に登場する個体の数
 <ウマ美ちゃんの場合は5>

F_A: 共通祖先自身の近交係数

<ウマ美ちゃんの共通祖先である馬吉さんの近交係数はここでは0と仮定>

Σ: 共通祖先が複数の場合はそれらの合計

<馬之助さんと馬太郎さんは全兄弟なら、以下のとおり、その母親（馬代さん）を頂点とする「輪」がもう1つできるので、 $(1/2)^5 + (1/2)^5 = 1/16$ となる>



ここで、サラブレッドのインブリードを語る際に、近交係数を用いるのはどうかと思ったのですが、以下の点であまり好ましくないような気がしました。

- ①サラブレッドはインブリードを執拗に繰り返してきているので、F_A の値およびΣの合計値を厳密に算出するのは不可能。
- ②インブリードの「効果」は、劣性遺伝子がホモになることで発現され、優性遺伝子がホモになることとは基本的には無関係。

一方、ウマ美ちゃんが馬吉さんの劣性遺伝子 a をホモで保有する確率は 1.56% でしたが、サラブレッドのインブリードを語るには、算定対象を5代前までとしたこの数値（以下「近交値」ということにします）を用いるのが端的で好ましいと考えます。そうすると、各々の数値は以下となります（小数点第3位を四捨五入）。

2 × 3 :	$1/4 \times 1/8 = 1/32$	= 3.13%
2 × 4 :	$1/4 \times 1/16 = 1/64$	= 1.56%
2 × 5 :	$1/4 \times 1/32 = 1/128$	= 0.78%
3 × 3 :	$1/8 \times 1/8 = 1/64$	= 1.56%
3 × 4 :	$1/8 \times 1/16 = 1/128$	= 0.78%
3 × 5 :	$1/8 \times 1/32 = 1/256$	= 0.39%
4 × 4 :	$1/16 \times 1/16 = 1/256$	= 0.39%
4 × 5 :	$1/16 \times 1/32 = 1/512$	= 0.20%
5 × 5 :	$1/32 \times 1/32 = 1/1024$	= 0.10%
3 × (3 × 3) :	$1/8 \times (1/8 + 1/8) = 1/32$	= 3.13%
3 × (3 × 4) :	$1/8 \times (1/8 + 1/16) = 3/128$	= 2.34%
3 × (3 × 5) :	$1/8 \times (1/8 + 1/32) = 5/256$	= 1.95%
3 × (4 × 4) :	$1/8 \times (1/16 + 1/16) = 1/64$	= 1.56%
3 × (4 × 5) :	$1/8 \times (1/16 + 1/32) = 3/256$	= 1.17%

3 × (5 × 5) :	1/8 × (1/32 + 1/32) = 1/128	= 0.78%
4 × (3 × 3) :	1/16 × (1/8 + 1/8) = 1/64	= 1.56%
4 × (3 × 4) :	1/16 × (1/8 + 1/16) = 3/256	= 1.17%
4 × (3 × 5) :	1/16 × (1/8 + 1/32) = 5/512	= 0.98%
4 × (4 × 4) :	1/16 × (1/16 + 1/16) = 1/128	= 0.78%
4 × (4 × 5) :	1/16 × (1/16 + 1/32) = 3/512	= 0.59%
4 × (5 × 5) :	1/16 × (1/32 + 1/32) = 1/256	= 0.39%
5 × (3 × 3) :	1/32 × (1/8 + 1/8) = 1/128	= 0.78%
5 × (3 × 4) :	1/32 × (1/8 + 1/16) = 3/512	= 0.59%
5 × (3 × 5) :	1/32 × (1/8 + 1/32) = 5/1024	= 0.49%
5 × (4 × 4) :	1/32 × (1/16 + 1/16) = 1/256	= 0.39%
5 × (4 × 5) :	1/32 × (1/16 + 1/32) = 3/1024	= 0.29%
5 × (5 × 5) :	1/32 × (1/32 + 1/32) = 1/512	= 0.20%

先述のとおり、2 × 4の血量は31.25%、3 × 3は25%であるのに、各々の近交値は1.56%と同一値です。なお、インブリードの対象となる共通祖先が複数のときは各々の値を合計しますが、2 × 3が1つ、3 × 3が2つ、3 × 4が4つ入った近交値は同一値になります（上述の%の値は四捨五入しているので端数は不一致）。言い換えれば、2 × 3は3 × 3の2倍、3 × 4の4倍のインブリードの「効果」があるということです。インブリードを語る上では、血量ではなくこの値の方が有用であることは、もうお分かり頂けたはずです。

つまり、ウマ美ちゃんのところでも述べたとおり、各個体は複数の有害遺伝子を保有しているのが通常であり、2 × 3の配合におけるインブリードのリスクは、3.13%に有害遺伝子の数を乗じた数値になるということです。

◆インブリー効果の統計解析

2010年生まれの馬のうち、2012年6月2日から11月4日にJRAでデビューした馬1998頭の近交値を、以下の表2のように調査してみました。なお、4 × 6は5 × 5と近交値は同一値、さらに3 × 6はそれ以上の値とはなりますが、ここでは対象外とします。あくまで父方、母方の双方の5代前までに同一祖先を持つ場合のみとします。

結果は次頁の表3のとおりです。

(表2)

アーケオプテリクス	4x5	5x5			0.30%
アースゼウス	4x4	5x5			0.49%
アースミッション					0.00%
アースワンスカイ	4x5				0.20%
アートアロング	3x4				0.78%
アーマークラッド	4x5	5x5			0.30%
アーリーボーイ	4x4				0.39%
アイゲウス	4x(4x5)	5x5			0.69%
アイサレジョウズ	3x4	4x5	5x5		1.08%
アイズオンリー					0.00%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
(全1998頭)					