

馬事往来

ヨーロッパにおけるスポーツホースの 育種改良の現状 柏村文郎



柏村文郎 (かшивむら ふみろう)

帯広畜産大学・教授

専門は家畜管理学, 家畜行動学, 馬学。専ら乳牛と馬の教育と研究に従事してきた。

学生時代は帯広畜産大学馬術部に所属し, 現在は馬術部顧問。写真の馬は, 母がサラブレッド, 父がリピツァで大学で生産, 調教して今年15歳になった。ライフワークは乗馬や馬文化を広めたい!ということ。

Current Status of the Breeding of
Sport Horses in Europe

Fumiro KASHIWAMURA

スポーツホースとは, 馬術競技を目的として育種改良されている馬のことで, 一つの品種ではなく, 馬のタイプを指すものである。さらに具体的に言うと, ヨーロッパではオリンピックの馬術競技種目である馬場馬術競技, 障害馬術競技, 総合馬術競技を目標として改良されている馬を指している。なお, 馬術競技として日本では馴染みの少ない馬車競技用の馬も含まれている。

ここで, 品種とタイプの違いについて一言触れておく。一般的に馬の品種と言われるのは, 品種ごとに登録協会があり, そこでスタッドブック (studbook) とよばれる馬の血統台帳によって血統が明確に管理されていないとはならない。そして, サイズ (Size), 体型 (Conformation), 動き (Movement), 飛越能力 (Jumping ability), 気性 (Temperament) などの特徴が共通性を持ち, かつその特徴が明確に次の世代に遺伝するようになるまで, 十分な期間選抜されたものでなければならない。一方, タイプとは馬の使用目的によって上記の特徴が共通性をもつようになった品種の総称で, その血統はそれぞれの登録協会のスタッドブックによって管理されている。日本では, 同一品種 (一つのスタッドブック) の馬はすべて同じタイプであると考えられているようであるが, 実は同一品種内でも特徴の異なる二つのタイプを分けて登録することも可能である。

ヨーロッパの主なスポーツホース

ヨーロッパの主なスポーツホースは温血種 (warmblood) に分類されている。Koenen ら (2004) の論文¹⁾では, 表1のような品種があげられている。また, それぞれの登録協会がどのような形質 (trait) を重視して育種改良しているかというアンケートを実施し, 表2ように

要約している。この表で8以上の点数を付けられた形質を重視していると考ええると, 全体では障害馬術と歩様を重視している協会が最も多く, 次いで体型や健康状態について重きを置いている協会が多い。さらに馬場馬術を重視している協会も少なくなく, 10点を付けている協会としてはベルギー温血種 (BWP), デンマーク温血種 (DWB), ハノーバー (HAN), オランダ温血種 (KWPN), スウェーデン温血種 (SWB), トラケナー (TRAK) がみられた。

スポーツホースの種雄馬

日本で最も飼養頭数の多いサラブレッドは人工授精が認められていない特殊な品種である。スポーツホースなどサラブレッド以外の品種では人工授精の方が一般的な繁殖方法である。人工授精のメリットは, 一頭の種雄馬の精液を希釈することができるので, 一回の精液採取で複数の繁殖雌馬に交配できることその他, 遠隔地まで馬を運ぶ必要がないため馬に負担をかけず, かつ安いコストで精液を輸送できること, さらに馬を移動しなくて済むため伝染病の予防にもつながることなどがあげられる。

ヨーロッパでは精液が冷蔵宅急便で国境を越えて流通している。ただし, 馬の精液は牛などの精液に比べ, 耐凍性に乏しい種雄馬が多く存在するため, 凍結しないで生精液のまま流通していることの方が多い。その場合は, 採精から種付けまで48時間以内 (24時間以内が好ましい) で実施することが求められている。表3に主な登録協会がどのような国 (登録協会) の種雄馬を使ったかというデータを示した (Koenen ら, 2004)¹⁾。これによると, やはり自国産の種雄馬の利用

表1. ヨーロッパの主要なスポーツホース登録協会

省略形	品種・登録協会名	国	子馬頭数
BAD	バーデン・ヴェルテンベルグ	ドイツ	1,211
BAVAR	バーバリアン温血種	ドイツ	1,426
BWP	ベルギー温血種	ベルギー	3,377
DWB	デンマーク温血種	デンマーク	2,228
FWB	フィンランド温血種	フィンランド	220
HAN	ハノーバー	ドイツ	7,784
HOLST	ホルスタイナー	ドイツ	3,381
HUN	ハンガリースポーツホース	ハンガリー	614
ISH	アイリッシュススポーツホース	アイルランド	4,413
KWPN	オランダ温血種	オランダ	11,785
NRPS	オランダ乗用馬・ポニースタッドブック	オランダ	638
NWB	ノルウェー温血種	ノルウェー	100
OLD	オルデンブルグ	デンマーク	4,384
SF	セルフランセ	フランス	8,300
SHBGB	英国スポーツホース協会	イギリス	592
SI	イタリア乗用馬	イタリア	3,340
SWB	スウェーデン温血種	スウェーデン	3,000
TRAK	トラケナー	ドイツ	1,563
WEST	ウェストファーレン	ドイツ	3,974

注) 子馬頭数は2001年に登録された子馬の頭数(文献1より転載)。

表2. 各登録協会が重視している育種形質の重要度

	障害馬術	歩様	体型	健康状態	馬場馬術	行動	繁殖性	総合馬術	馬車競技
BAD	6	8	8	5	7	9	4	3	1
BAVAR	8	9	8	8	9	9	8	6	5
BWP	10	2	10	10	10	8	8	8	2
DWB	10	9	8	7	10	7	7	5	1
FWB	9	10	10	10	9	9	10	5	1
HAN	10	10	8	8	10	10	8	6	6
HOLST	10	9	7	9	5	7	7	7	5
HUN	9	10	8	7	7	7	8	7	5
ISH	8	9	8	8	5	7	5	5	1
KWPN	10	8	8	9	10	9	9	1	1
NRPS	8	10	10	10	8	10	10	6	6
NWB	9	9	8	9	9	7	8	9	2
OLD	8	10	8	10	8	6	7	5	3
SF	10	9	9	9	7	8	8	8	1
SHBGB	8	9	10	9	8	8	10	9	0
SI	10	8	7	8	6	7	6	7	6
SWB	10	8	7	8	10	8	3	6	6
TRAK	5	10	9	6	10	8	3	10	1
8以上の数	16	16	15	14	12	11	10	5	0
平均±SD	8.8±1.5	8.6±1.9	8.4±1.0	8.3±1.4	8.2±1.7	8.0±1.1	7.2±2.2	6.3±2.2	2.9±2.3
最小-最大	5-10	2-10	7-10	5-10	5-10	6-10	3-10	1-10	0-6

0 = 重視しない, 10 = 非常に重視する。

注) 表1のWESTは載っていない(文献1より転載)。

表3. 2002年に各登録協会が使われた種雄馬の原産国(カッコ内は%)

登録協会	頭数	生産国						
		NL	DK	S	F	IRL	D	その他
KWPN (NL)	195	75 (32)	- (-)	- (-)	5 (12)	- (-)	18 (49)	2 (7)
DWB (DK)	102	7 (6)	42 (11)	- (2)	1 (6)	- (-)	50 (75)	- (-)
SWB (S)	154	12 (9)	3 (2)	54 (38)	2 (6)	- (-)	27 (44)	2 (1)
SF (F)	765	2 (1)	- (-)	- (1)	92 (87)	- (-)	4 (4)	2 (8)
IHB (IRL)	200	4 (2)	1 (-)	1 (-)	5 (7)	82 (81)	6 (9)	2 (2)

注) NL: オランダ, DK: デンマーク, S: スウェーデン, F: フランス, IRL: アイルランド, D: ドイツ, 頭数: 調査時点で使用されていた種牡馬の頭数(文献1より転載)。

が最も多いが、ドイツ産の種雄馬（表中の国名D）も国境を越えてかなり使われていることが分かる。

スポーツホースは純粋種ではない

ロンドンオリンピック（2012）の障害馬術競技（個人）のメダリストの馬とその父方の種雄馬をインターネットで調べてみた。金メダルの馬 NIKO DES BUISSONNETS はセルフランセ（SF）であるが、その父方の血統をみると、父がオランダ温血種（KWPN）、祖父がハノーバー（HAN）、曾祖父がセル・フランセ（SF）、さらにその父親の高祖父はサラブレッド（TB）である。次に銀メダルの馬 LONDON をみると、本馬と父親はベルギー温血種（BWP）であるが、祖父から上の祖先はセルフランセ（SF）である。また銅メダルの BLUE LOYD 12 は本馬と父親はオルデンプルグ（OLD）であり、祖父と曾祖父はホルスタイン（HOL）で、高祖父はサラブレッドである。

このようにスポーツホースというのはサラブレッドのようにスタッドブックがクローズされた純粋種ではなく、目的によって他の品種を交配して生産されるハイブリッド（交雑種）が多いことが分かる。しかし、スポーツホースの種雄馬ならどのような馬を交配しても良いかというところではない。登録協会が管理しているスタッドブックにエントリーされた種雄馬の子でなければ登録（registration）はできない。そのために、一つのスタッドブックに登録された種雄馬が、他のスタッドブックの種雄馬としてもエントリーできる仕組みになっている。ただし、その登録協会の規定に合致し、自分たちの品種を改良するのにふさわしいと認められた場合にのみ種雄馬としてエントリーが認められる。なお、他の品種の種雄馬はスタッドブックに正式にエントリーされる前に予備登録という形での交配が認められるようになっている（approved stallion と呼ばれる）。

スポーツホースの能力検定はどのように行われているか

競馬は競技であると同時に能力検定の場でもある。サラブレッドのような競走馬では競馬の成績が優れていなければ種雄馬としては使われない。このような仕組みがあれば、あらためて能力検定を行わなくてもその品種の能力は向上または維持することができる。一方、競馬で使われない馬の品種改良は、登録協会が独

自に能力検定を実施し、検定で合格した種雄馬および繁殖雌馬のみをスタッドブックにエントリーするという方法で行われている。この場合、種雄馬に対する選抜はかなり厳しいものである。例えばオランダ温血種（KWPN）では、6,000頭の雄子馬のうち最終的に種雄馬（sire）として認められるのは13頭程度である。

最近ではスポーツホースの育種改良に統計的手法であるBLUP法のアニマルモデルが使われるようになってきた。とは言っても馬関係者にとってこの言葉は馴染みの薄いものであろう。この方法は乳牛や肉牛、豚、鶏などの家畜育種の分野では日本でも一般的に使われているものである。畜産の分野では、子や孫の成績から親やその前の世代の能力を推定する後代検定と呼ばれる手法が古くから使われてきた。BLUP法も後代検定として利用されるのであるが、コンピュータの進歩に伴ってビックデータの処理と複雑な計算が短時間でできるようになり普及した手法ともいえる。

育種改良の効率は、選抜の正確度と選抜強度に比例し、世代間隔に反比例するとされている。ここでスポーツホースの能力検定で問題となるのは、選抜の正確度を高くしようとする世代間隔が長くなることである。スポーツホースの能力は競技成績が一番良い指標になるが、馬術の競技成績が出始めるのは5歳くらいからであり、最も活躍するのは10～15歳頃である。産駒の競技成績が出揃ったころには、その種雄馬はかなり高齢になり、去勢されていたり、既に淘汰されていたりすることもあり得る。そこで改良効率を上げるためには、より若い時期に検定成績が出る仕組みを作る必要があり、現在スポーツホースでは次の3つの方法が若馬の検定で行われている。

- 1) ステーション方式：特定の場所（検定ステーション）に若馬（3, 4歳）を集めて、一定期間（例えば40日）、プロフェッショナルが一定の調教を施し、その結果を検定成績とする方法。
- 2) フィールド方式：全国各地に検定員が出向き、その地域の若馬を集めて1日程度で検定する方法。
- 3) 競技会方式：同年齢の若馬の競技会を開催し、その時の競技成績を利用する方法。

それぞれの方法にはメリットやデメリットが指摘されている。例えばステーション方式では、検定を受ける馬の成績は一定の技量を有したプロフェッショナルが調教するのでかなり信用できるが、検定場の馬の収

表4. ヨーロッパの主な乗用馬生産国の検定方法と検定頭数

国名	若馬 (主に 3, 4 歳)			検定頭数	種雄馬		検定日数
	ステーション	フィールド	競技会		ステーション	フィールド・競技会	
ベルギー	-	-	○	1,000	-	30	1
デンマーク	○	○	-	700	20	-	30-70
フランス	-	-	○	3,600	-	230-700	フィールド: 1 競技会: 365
ドイツ	○	○	○	3,600	300	-	30-100
アイルランド	○	-	○	475	5	70	ステーション: 84 競技会: 1年
オランダ	○	○	-	3,400	80	-	70
スウェーデン	-	○	-	1,300	40	20	8

Thorén Hellsten, 2006 より作成

容頭数や調教する人間の数に制限があるため、多くの頭数を検定することはできない。一方、フィールド方式では、1日で多頭数の若馬を検定することはできるが、1頭ごとに正確な成績を付けるのが難しい。競技会方式では、競技会に出場できるレベルになるまで(4歳以上)調教しなくてはならないことと、調教技術の差がでることが考えられる。

Thorén Hellsten (2006) の論文²⁾ から、ヨーロッパの主なスポーツホースについて若馬の検定方法と遺伝評価法を要約し、表4に示した。これを見ると、ドイツではフィールド、ステーション、競技会のすべての方式が採用されており、デンマークとオランダではフィールドとステーションを採用し、スウェーデンはフィールドのみ、ベルギーとフランスは競技会方式が採用されている。いずれも若馬の検定期間は3～5歳である。

スウェーデン温血種における能力検定

筆者らは2012年にオランダとスウェーデンを訪問し、スポーツホースの育種改良の現状を聞き取り調査した。ここではスウェーデンの状況について記すことにする。

スウェーデン温血種の能力検定方法は図1のようになっている。その特徴はフィールド検定が中心だという点である。まず、雌雄ともに3歳で引き馬もしくは引き手綱を外した状態での検定を受け、さらに4歳では騎乗しての検定を受けることになる。

能力検定の内容は「体型」、「歩様」、「フリーステップ」、「健康状態」に分かれている。その審査用紙を図2(a), (b), (c)に示した。ただし健康状態の用紙は

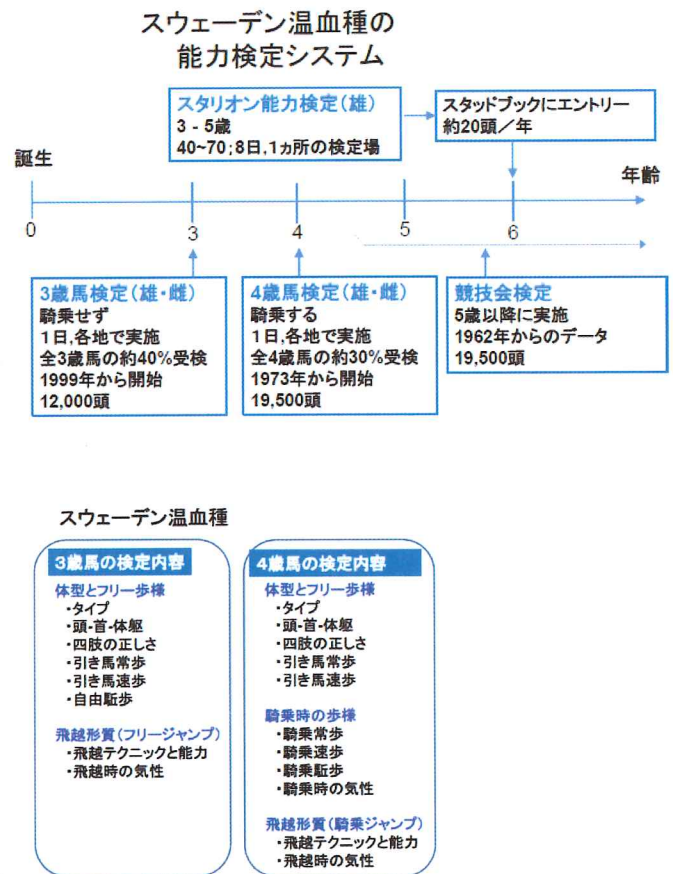


図1. スウェーデン温血種の能力検定の概要

省略した。これらの図の日本語訳は、スウェーデン語から英語へはスウェーデン農科大学の学生に依頼し、英語から日本語への翻訳は筆者らが行ったものであるため、多少の誤訳があるかもしれないのでご承知願いたい。体型の審査用紙(図2(a))をみると、A) タイプ、B) 頭部・頸・胴、C) 四肢、D) 常歩の動き、E) 速歩の動きの5項目について0～10のスコアを付けるよ

うになっている。ここで、0が一番悪く、10が最高点である。このようなスコアは一般的に線形スコアと呼ばれている。さらに、それぞれの項目には、特徴的な長所または短所にチェックを入れるようになっている。

遺伝率と遺伝相関

家畜を改良しようとする場合、遺伝率と遺伝相関が重要である。遺伝率 (heritability) とは、検定した形質がどの程度子孫に遺伝するかを示した数字であり、全く遺伝しないものが0で、100%遺伝で説明されるものは最大値1として示される。例えば、馬の体高の遺伝率は0.84という高い数字が報告されている。これは体高の高い馬の産駒は、体高が高くなる確率が高いことを示している。次に遺伝相関 (genetic correlations) とは、異なる形質が子孫にどの程度遺伝するかという関係を示した数字である。例えば、競技成績は子馬の時には得ることができない。そこで子馬の時に検定でき、将来の競技成績と遺伝相関の高い形質を使って選抜することが考えられる。この数字は-1~+1までの数字で表される。家畜の能力を効率よく改良するには、検定した形質の遺伝率がある程度高いことと、将来改良したい形質と高い正の遺伝相関を示す形質を見出し、若馬のときの検定結果を利用することが有効である。

Thorén Hellsten (2006) の総説²⁾には、各国で計算されたスポーツホースの遺伝率と遺伝相関の値が示されている。ここでは育種改良に重要と思われる形質について、スウェーデン温血種で計算された遺伝率と遺伝相関を表5に示した。乳牛における乳量の遺伝率は0.323とされているので、この表に示されている体型、

表5. スウェーデン温血種における主な形質の遺伝率と遺伝相関
(a) 遺伝率

形質	3歳検定	4歳検定	競技会
体型	0.48	0.32	-
歩様	0.37-0.56	0.31-0.48	-
障害	0.23-0.32	0.25-0.28	-
馬場馬術	-	-	0.25
障害馬術	-	-	0.33

(b) 3歳検定の主な形質と競技会成績との遺伝相関

形質	馬場馬術	障害馬術
体型	0.64	0.20
歩様	0.62-0.84	0.01-0.43
フリージャンプ	-0.25	0.80-0.87

歩様、フリージャンプの形質、および馬場馬術や障害馬術の競技成績は改良可能な形質であることが明らかである。また、馬場馬術の競技成績は3歳検定の体型や歩様との遺伝相関が強く、また障害馬術の競技成績はフリージャンプのスコアと高い遺伝相関がある。これらのことから、障害馬術馬は若馬のフリージャンプの検定が有効で、馬場馬術馬は体型審査と歩様審査が有効であると言えるだろう。さらに、馬場馬術と障害馬術の遺伝相関はマイナスであることから、馬場馬術向きの馬と障害馬術向きの馬は、分けて選抜すべきだということが伺われる。

育種価の計算

スウェーデンでは、乗馬シーズンが終わる11~12月に、3歳馬と4歳馬の検定データと血統情報から種雄馬、繁殖雌馬の育種価 (breeding value) が計算される。なお、育種価はそれぞれの形質ごとに求められるもので、この計算にBLUP法のアニマルモデルといわれる手法が使われている。この計算はかなり専門的なものであるため、データは登録協会からスウェーデン農科大学へ送られ、次のようなモデル式で育種価が計算されている。

3歳の検定スコア：

$$Y = \text{全体平均} + \text{検定日} + \text{性別} + \text{アニマル} + \text{残差}$$

4歳の検定スコア：

$$Y = \text{全体平均} + \text{検定日} + \text{性別} + \text{月齢} + \text{アニマル} + \text{残差}$$

ここでいう検定スコアとは、能力検定において体型、歩様、フリージャンプなど項目ごとに付けられた個体ごとのスコアのことである。また、アニマルという項にその個体の血統情報を入れると種雄馬や繁殖雌馬の育種価を推定することができる。スウェーデン温血種の場合、3歳検定は1999年から実施されており、検定記録をもつ約12,000頭のデータが利用できる。また4歳検定は1973年から実施されており、約19,500頭の記録が利用可能である。なお、アニマルモデルの計算ではこのようなピックデータを使って上記方程式の最適解を求めるため (BLUP法)、コンピュータのメモリサイズと計算速度に大きく依存することになる。スウェーデン温血種では、このようにして計算された育種価はインターネット (http://www.blup.se/en-US/pages/short_intro) で、誰でも見ることができる。

さらに、5歳以上になると競技会に出場するように

なるため、競技成績も育種価として利用される。そのモデル式は次のようになっている。

log 競技会スコア：

$$Y = \text{全体平均} + \text{誕生年} + \text{性別} + \text{アニマル} + \text{残差}$$

なお、競技会にはレベルがあり、ポイントを重ねて行くと次のレベルの競技会に進む仕組みになっている。そのため競技会の累積ポイントはその馬の能力を評価する数値として利用できる。

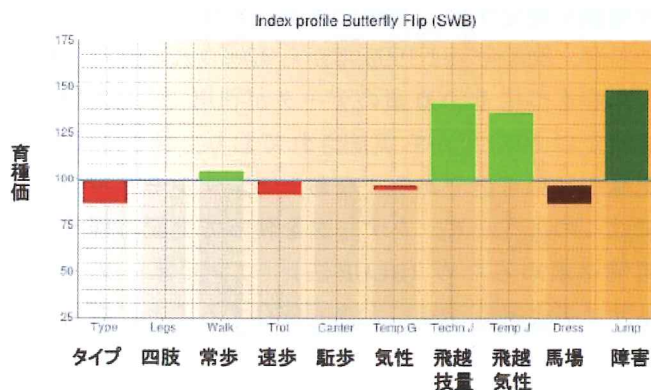
育種価の利用方法

ここで Butterfly Flip という種雄馬の育種価を例にとって説明する (図3)。実際の検定では馬の評価はスコアやポイントで表わされているが、そのままでは形質や項目ごとの評価基準にバラつきが出るため、形質間の比較は難しくなる。そこで育種価の公表にあたっては、それぞれの項目について、馬全体の平均値が100、標準偏差が20となる偏差値に変換されている。図3において、タイプと四肢は体型審査から求められた育種価である。さらに常歩から気性までは歩様審査

から、飛越技量と飛越気性はフリージャンプの結果から、さらに馬場と障害は競技成績から求めた育種価である。この図をみる限り Butterfly Flip という馬は、フリージャンプと障害馬術競技の成績の育種価が高いので、障害馬術用の種雄馬であることが分かる。障害馬術馬を生産する生産者はこのような情報をもとに種雄馬を選ぶことができる。

さらに、この育種価の面白い使い方を紹介する。生産者が自分の持っている繁殖用雌馬の育種価と交配しようとする種雄馬の育種価が分かっているならば、それらを足して2で割ることによって、生まれてくる子馬の育種価を推定することができるのである。それをセールの際の出品馬名簿に記載することで、購買者はその数字をみて若馬の特徴や価値を判断して購入できるようになる。さらに種雄馬が競走馬のサラブレッドで、その馬自身は障害馬術競技には出場していなくても、産駒が障害馬術競技に何頭か出場していれば、その種雄馬の育種価を計算することができる。育種価にはこのような便利な利用法もあるのである。

育種価の公表例 (Butterfly Flip)



注) 育種価は平均100、標準偏差20としたときの偏差値

図3. インターネットで見られる育種価の例

日本スポーツホースについて

日本にはヨーロッパで言われるようなスタッドブックに当たる仕組みが存在していない。日本スポーツホースという品種は平成15年から日本馬事協会に登録されている。その登録規定では日本スポーツホースの条件として、①スポーツホースの異品種間の交配でできた馬、②日本スポーツホース間の交配でできた馬、③乗系種に軽種またはスポーツホースを2代交配してできた馬などとしている。そして、スポーツホースの純粋種として、トラケーネン、ホルスタイン、ハノーバー、オルデンブルグ、ブジョンヌイ、セル・フランセ、ウェストファーレン、アンダルシアン、ベルギー温血種が掲載されている。また乗系種の純粋種として、ドン、リピッツァ、クォーターホース、アパルーサ、パロミノ、ペイント・ホース、クリーブランドベイ、アングロノルマン、ハクニー、トロッター、クリオージョ、モルガンが認められている。しかし、前に述べたようにスポーツホースはもともと純粋種ではないことを考えると、日本スポーツホースの品種呼称の規定には無理があるように思われる。

各種産業においてグローバルスタンダードが叫ばれている中、日本スポーツホースにもグローバルスタン

ダードが求められる時代になってきているのではないだろうか。日本スポーツホースを品種として世界に認められるようにするのであれば、子馬の正確な血統登録とともに種馬の選抜基準を明確にする必要がある。その方法として若馬の能力検定を取り入れた近代的な選抜方法を導入するのが有効であろう。また、乗用馬としてサラブレッドが多く利用されている日本においては（乗馬クラブで繋養されている馬の64%が元競走馬との統計もある）、障害馬術や馬場馬術の競技会成績からサラブレッドの種雄馬や繁殖雌馬の育種価を求め、種馬として活用していく道が考えられる。例えば、日本馬術連盟の競技会成績のデータベースと血統情報を

使えば、サンデーサイレンスなど馬術競技に出場していない種雄馬についても障害馬術や馬場馬術の育種価を求めることができる。このようにして日本独自のスポーツホース血統を確立して欲しいものである。

引用文献

- 1) Koenen, E.P.C., et al. 2004. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livestock Production Science*, **88**: 77-84.
- 2) Thorén Hellsten, E., et al. 2006. Review of genetic parameters estimated at stallion and young horse performance tests and their correlations with later results in dressage and show-jumping competition. *Livestock Science*, **103**: 1-12.