

北海道和種馬における粕毛の ホモ遺伝子型は致死でない

横濱道成*・野村紘子*・安原隆史*・野澤 謙**

(平成13年12月5日受付/平成14年6月12日受理)

要約: ウマの毛色遺伝のうち粕毛ホモ接合体 (R/R 型) は致死であると言われているが、北海道和種馬で粕毛は高頻度で出現し、 R/R 型のホモ型個体が生存している可能性が高いとされている。そこで、その正否を明らかにするため、粕毛の遺伝様式について独自の調査を行った。北海道和種馬における粕毛の出現頻度は0.507と全体の約半分を占めていた。両親または片親に粕毛を持つ個体間の交配資料を用いて χ^2 検定を行った結果、粕毛×粕毛の交配において、ホモ型致死説では子ウマにおける粕毛と非粕毛の分離比は理論値と一致せず ($p < 0.001$)、ホモ型生存説では分離比と理論値が一致した ($p = 0.2 \sim 0.1$)。また、粕毛×非粕毛の交配では統計学的にホモ型致死説を否定できなかったが、ホモ型生存説による分離比の方がより理論値と一致した。この交配例では子ウマにおける粕毛と非粕毛の分離比が1.3:1の時に、統計学的に最も高い確率で適合した。さらに、血統登録種牡馬においてホモ型粕毛個体の推定を行った結果、17頭のうち3頭のホモ型個体の存在が推定された。以上のことから、北海道和種馬における粕毛ホモ型個体は生存している可能性が確認された。

キーワード: 致死性, 毛色遺伝, 粕毛ホモ型, 北海道和種馬

ウマの毛色遺伝では、粕毛遺伝子 (R) は栗毛、青毛、鹿毛などの基礎毛色に働いて当歳時から頸、軀幹および四肢上部に白毛を混生させる。粕毛の遺伝は芦毛と同様、少なくとも片親が粕毛遺伝子を所有しないと粕毛の子は産まれないが、芦毛と違って優性ホモ接合体 (R/R 型) は致死であると報告されている^{1,2)}。しかし、粕毛ホモ型が生存している可能性を示唆した報告もある^{3,4)}。そこで、その正否を明らかにするため、粕毛の遺伝様式について独自の調査を行った。

材料および方法

毛色の調査は北海道和種馬を対象に、資料調査 3,427 頭、生体調査 91 頭、計 3,518 頭について行った。

資料調査では、種馬血統馬名簿 (日本馬事協会) の平成6年～平成10年に登録並びに生体調査では入手した登録証明書に記載されている個体の毛色を転記した。種馬血統馬名簿には血統登録 (誕生時の登録) と繁殖登録があり、血統登録と繁殖登録で個体が重複していないか確認し、血統登録と繁殖登録で同個体が重複していて毛色に違いがあった場合には繁殖登録時の毛色を採用記録した。同様に、種馬血統馬名簿 (血統登録・繁殖登録) と登録証明書間で個体重複の有無を確認し、重複していて毛色に違いがあった場合には登録証明書の毛色を採用記録した。

生体調査では、網走どさんこ牧場 (網走市) 4 頭、鶴居ど

さんこ牧場 (鶴居村) 18 頭、沼崎牧場 (鶴居村) 9 頭、小西牧場 (釧路市) 20 頭、武田牧場 (白糠町) 29 頭、本田牧場 (白滝村) 4 頭、津別ホーストレッキング研究会 (津別町) 6 頭、原生牧場 (網走) 1 頭、合計 91 頭の個体で、資料調査と同様に種馬血統馬名簿 (血統登録・繁殖登録) との個体重複の有無を確認し、毛色に違いがあった場合には生体調査での毛色を採用記録した。また、粕毛の遺伝様式を調査するために 325 組の親子関係を調査し、 χ^2 検定を行った。

結果および考察

北海道和種馬における毛色の出現頻度は表1に示す。調査を行った 3,518 頭のうち、粕毛 (R 遺伝子) が出現している個体は 1,782 頭 (0.507) と全体の約半分を占めていた。粕毛個体の基礎毛色の出現頻度は青毛 (0.377)、鹿毛 (0.289)、栗毛 (0.284) の順に多く、河原毛・芦毛・佐目毛では粕毛は確認されなかった。これは河原毛・芦毛などの白系毛色では外見上、粕毛の発現が確認できないことによる。

両親または片親に粕毛を持つ個体間の交配資料を用いて R/R 型致死遺伝説の検証を行った (表2)。粕毛×粕毛の交配において χ^2 検定を行った結果、ホモ型致死説では子ウマにおける粕毛と非粕毛の出現頻度は理論値と一致しなかったが ($p < 0.001$)、一方、ホモ型生存説では両値は一致

* 東京農業大学生物産業学部生物生産学科

** 中京大学教養部

Table 1 Frequency of appearance of coat color in Hokkaido native horses

Coat color	bay color		black	chestnut color		bay cream	chestnut cream	gray	roan	cremello	Total
	bay	dark bay		chestnut	liver chestnut						
Frequency (Number of animals)	0.055 (195)	0.004 (15)	0.050 (175)	0.047 (164)	0.008 (28)	0.129 (453)	0.148 (521)	0.013 (44)	0.507 (1782)	0.040 (141)	3518

Frequency of appearance of basic coat color in roan individuals.

Coat color	bay	dark bay	black bay	black	chestnut	liver chestnut	bay cream	chestnut cream	gray	cremello	Total
Frequency (Number of animals)	0.289 (515)	0.008 (15)	0.003 (5)	0.377 (672)	0.284 (506)	0.038 (68)	(0)	0.001 (1)	(0)	(0)	1782

Table 2 Verification of the lethality heredity theory on roan gene homozygote of Hokkaido native horses

Phenotype of the parent (Mating)	Hypothesis	Separation ratio (roan : non-roan)	Genotype			χ^2	p
			R/R	R/r	r/r		
Roan X Roan (R X R)	Homozygote lethality theory	(2 : 1)	-	99	23	11.854	<0.001
	Homozygote survival theory	(3 : 1)		99	23	2.618	0.2~0.1
Roan X Non-roan (R X rr)	Homozygote lethality theory	(1 : 1)	-	104	85	2.521	0.2~0.1
	Homozygote survival theory	(1.1 : 1)	-	104	85	0.863	0.5~0.3
		(1.2 : 1)				0.108	0.7~0.5
		(1.3 : 1)				0.049	0.9~0.8
	(1.4 : 1)				0.536	0.5~0.3	

R : roan dominant gene

r : roan recessive gene

Table 3 Appearance of roan color in foals born from stallion horses estimated to have roan gene homozygote

Sire 1		Sire 2		Sire 3	
Coat color of sire	Coat color of foals	Coat color of sire	Coat color of foals	Coat color of sire	Coat color of foals
roaned bay	roaned chestnut	roaned bay	roaned black	roaned black	chestnut cream※
roaned chestnut		roaned chestnut		chestnut cream	
roaned bay	roaned black	roaned bay	bay cream※	roaned black	roaned black
roaned black		roaned black		roaned black	roaned black
roaned bay	roaned black	roaned bay	roaned black	roaned black	roaned black
roaned black		roaned black		roaned black	roaned black
roaned bay	roaned black	roaned bay	roaned chestnut	roaned black	cremello※
roaned black		roaned chestnut		chestnut cream	
roaned bay	roaned black	roaned bay	roaned bay	roaned black	cremello※
roaned black		roaned black		chestnut cream	
roaned bay	roaned chestnut	roaned bay	roaned bay	roaned black	roaned chestnut
roaned black		bay cream		bay cream	
roaned bay	roaned chestnut	roaned bay	bay cream※	roaned black	roaned chestnut
roaned chestnut		bay cream		roaned chestnut	
roaned bay	roaned black	roaned bay	roaned chestnut	roaned black	roaned black
roaned chestnut		roaned chestnut		roaned bay	
roaned bay	roaned black	roaned bay	roaned chestnut	roaned black	bay cream※
chestnut cream		liver chestnut	roaned chestnut	chestnut cream	
roaned bay	bay cream※	roaned bay	bay cream※	roaned black	roaned black
chestnut cream		liver chestnut		cremello	
roaned bay	bay cream※	roaned bay	roaned bay	roaned black	roaned black
bay cream		roaned black		cremello	
roaned bay	roaned bay	roaned bay	roaned bay		
bay cream		roaned black			

roan : bay cream = 10 : 2

※bay cream can not confirm roan coat color on appearance.

roan : bay cream = 9 : 3

※bay cream can not confirm roan coat color on appearance.

roan : bay cream : chestnut cream : cremello = 7 : 1 : 1 : 2

※ It can not confirm roan coat color on appearance in bay cream, chestnut cream and cremello horses.

した ($p=0.2\sim0.1$)。また、粕毛×非粕毛の交配においては、ホモ型致死説およびホモ型生存説ともに分離比と理論値は統計学的に適合し、後者では子ウマにおける粕毛と非粕毛の分離比が 1.3 : 1 の時に最も高い確率で適合した ($p=0.9\sim0.8$)。以上の結果は、北海道和種馬では粕毛ホモ型

個体の生存説を支持する結果である。従って同品種において、粕毛の出現頻度が高いことはこのホモ型個体の生存によるものと考えられた。

さらに、産駒の多い種牡馬のうち、ホモ型粕毛個体を推定してみた (表 3)。その結果、3 頭のホモ型個体が推測さ

Table 4 Roan individuals born from mating between whitish coat color individuals in Hokkaido native horses

Coat color of sire×dam	Number of foals	Coat color of foals
bay cream	6	roaned bay 4
bay cream		roaned chestnut 2
bay cream	7	roaned bay 3
chestnut cream		roaned black 4
chestnut	3	roaned bay 2
bay cream		roaned chestnut 1
bay cream	1	roaned black 1
cremello		
chestnut cream	1	roaned chestnut 1
chestnut cream		
chestnut	2	roaned chestnut 2
chestnut cream		
gray	1	roaned bay 1
chestnut cream		

れたが、これらの子孫には外見上からは粕毛発現が確認できない河原毛・月毛・佐目毛の子ウマも存在していた。しかし、北海道和種馬における白毛系個体間の交配から粕毛

子孫が出現する例が多いことより(表4)、 R/R 型と推定された上記3頭の種牡馬の子孫における白毛系個体も R 遺伝子保有馬である可能性が高いと考えられた。

粕毛遺伝子のホモ型個体が生存する現象は、北海道和種馬だけの特性ではない⁴⁾。同じ種属内においてホモ型が生存している品種が明らかになったことから、 R 遺伝子が直接致死性に関与したものでないと判断される。しかし、その発現様式は今のところ不明である。

以上の結果より、粕毛のホモ型個体は致死であるという説^{1,2)}は北海道和種馬においてあてはまらないものであることを独自の調査で確認できた。

参考文献

- 1) CASTLE, W.E., 1954. *Genetics*. 39, 35-44.
- 2) HINTZ, H.F. and VAN VLECK, L.D., 1979. *J. Hered.* 70, 145-146.
- 3) 高橋知子・上田純治・清水 弘・那須正次郎・横田 禎, 1988. 日本畜産学会北海道支部会報, 大会要旨, 31, P.41.
- 4) BOWLING, A.T., 1996. *Horse Genetics*; chapter4, p.41.

Lethal dominant roan is not found in Hokkaido native horses

By

Michinari YOKOHAMA*, Hiroko NOMURA*, Takafumi YASUHARA*
and Ken NOZAWA**

(Received December 5, 2001/Accepted June 12, 2002)

Summary : The roan gene affects coat color heredity in horses. Though it is said that the roan gene homozygote (R/R type) carries lethality, the roan appears with high frequency among Hokkaido native horses, and there is a high possibility for individuals with R/R type to exist. Therefore, an original investigation was carried out to clarify the heredity mode of the roan. The frequency of the roan Hokkaido native horse was about 0.507. As a result of χ^2 test using the mating material between individual horses with either roan parents or one parent, in the mating of roan \times roan, the separation ratio agreed with the theoretical value of the separation ratio of roan and non-roan in the foals based on the homozygote survival theory ($p=0.2\sim 0.1$), and did not agree with the theoretical value in the homozygote lethality theory ($p<0.001$). In the mating of roan \times non-roan, though the homozygote lethality theory was not statistically denied, it was not well supported, while the theoretical separation ratio based on the homozygote survival theory agreed with the actual value. In this mating example, the separation ratio of roan and non-roan among the foals with the statistically highest probability was 1.3 : 1 ($p=0.9\sim 0.8$). In addition, the existence of a homozygote individual was predicted, and the three homozygote animals were observed among 17 roan stallion horses which had many foals and were booked in the pedigree registration. From the above facts, it was confirmed that there were homozygote roans among Hokkaido native horses.

Key Words : Lethality, coat color heredity, roan homozygote, Hokkaido native horses

* Department of Bioproduction, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture

** Faculty of Liberal Arts, Chukyo University