Effects of Feed and Mating Age on Reproductive Performance in Syrian Hamsters

Masahiro SATOH and Taro OBATA

National Institute of Animal Industry, Norin kenyudanchi, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan

(Received 5 October 1994/Accepted 4 April 1995)

In order to utilize Syrian hamsters in selection experiments, we investigated desirable conditions of feed and mating age for reproduction in females. Hamsters were subdivided into two groups, raised on pellet feed for herbivores (ZC-2) and breeding (MB-1), respectively. Half of the hamsters in each group were switched to the other feed, respectively, after mating. They were mated at 8 or 12 weeks of age. In the group that has been fed on ZC-2 before mating and MB-1 after mating, there was significantly more females giving birth and weaning, and exhibited the largest litter size and litter weight at 3 weeks of age ($P<0.01$). The hamsters of the groups mated at 12 weeks of age exhibited a higher percentage of females giving birth and litter size and litter weight at birth than those at 8 weeks of age, but that was no significant difference in litter size and litter weight at 3 weeks of age. We conclude that Syrian hamsters raised by fibrous feed before mating gave optimal reproductive performance.—KEY WORDS: conditions of feed, mating age, reproductive performance, Syrian hamsters

シリアンハムスターの給与飼料および交配週齢が繁殖成績に及ぼす影響

佐藤正寛・小畑太郎

農林水産省畜産試験場

シリアンハムスター（以下、ハムスター）は、一般に繊維質飼料の利用性が高いこと [6, 10] や妊娠期間が短く繁殖性に優れること [4] 等から、近年、家畜の実験動物として利用されるようになってきた。また、家畜のパイロットアニマルとしての選抜育種実験も試みられている [1, 9]。実験動物を育種実験に用いる場合、発育が速く、産子数、離乳子数が多く、離乳率が高いこと、早熟で早期に繁殖に供することができること、飼料等の環境条件に対して適応性が高いこと等が必要条件としてあげられる [3]。特に、離乳子数が多いほど選拔差が大きくなり、また早熟性は世代間隔を短くすることができるため、この2要因は育種実験を効率的に行う上で実験動物が備えるべき重要な条件であると考えられる。

本研究はハムスターの育成期と繁殖期の飼育飼料および交配週齢と、受胎率や離乳子数などの繁殖成績との関係を明らかにし、ハムスターの選抜育種に適した実験条件について検討することを目的とした。

材料および方法

実験には（財）日本生物科学研究所より購入し、その後当研究室において近交系として維持しているCBN系ハムスター360匹（雄：120匹、雌：240匹）を用いた。なお、CBN系は固形飼料MB-1（飼料成分等は後述）および水を自由摂取させることによって維持している。ハムスターは温度 $21\pm1^{\circ}\text{C}$ 、湿度約55%、人工照明1日14時間に設定された飼育室で、プラスチック

Table 1. Experimental design

Feed		Age of mating (weeks)	Number of females
Before mating	After mating		
ZC-2	ZC-2	8	30
		12	30
ZC-2	MB-1	8	30
		12	30
MB-1	ZC-2	8	30
		12	30
MB-1	MB-1	8	30
		12	30
Total			240

Table 3. χ^2 -test of the number of dams given birth and weaned young

Source	d.f.	No. of dams	
		Birth	Weaning
Feed (F)	3	7.76*	7.73*
Age of dam (A)	1	3.87*	1.85
Interaction (F $\times$ A)	3	1.12	0.92

†: $P < 0.10$, *: $P < 0.05$

Table 2. The number of dams given birth and weaned young

Trait	Age of dam	Feed				Total
		ZC→ZC	ZC→MB	MB→ZC	MB→MB	
Birth	8 weeks	23	28	23	22	96
	12 weeks	28	29	25	25	107
	Total	51	57	48	47	203
Weaning	8 weeks	23	28	22	22	95
	12 weeks	27	28	24	24	103
	Total	50	56	46	46	198

ク製ケージに床敷としてチップを入れ、5～6匹を雌雄別に収容した。供試した半数のハムスターには固形飼料ZC-2（草食動物用：総エネルギー3.99 kcal/g，代謝エネルギー3.59 kcal/g，水分7.0%，粗タンパク質18.0%，粗脂肪2.5%，粗繊維8.0%，粗灰分7.0%，可溶無窒素物53.9%），残りの半数にはMB-1（繁殖用：総エネルギー4.28 Kcal/g，代謝エネルギー3.85 kcal/g，水分7.0%，粗タンパク質24.5%，粗脂肪4.4%，粗繊維3.6%，粗灰分5.5%，可溶無窒素物55.0%；いずれの飼料も径12 mmのハードペレットで，製造，資料提供船橋農場）を3週齢より自由摂取させた（以下，育成期飼料とする）。また，水は自由飲水とした。それぞれの飼料で育成したハムスターの半数を8週齢で（8週齢交配区），また残りの半数を12週齢で（12週齢交配区）原則として雄1対雌2の兄妹交配を行った。交配期間は最大16日間とした。交配時に，ZC-2で育成したハムスターの半数の飼料をMB-1に，MB-1で育成したハムスターの半数の飼料をZC-2に切り換えた（以下，繁殖期飼料とする）。各実験飼料区に用いたハムスターの匹数はTable 1のようになる。

交配時に雌の体重を測定し，その後陰分泌により発情日を確認した。妊娠が確認されたハムスターは個別飼いにし，分娩させた。分娩日に雌親の体重，産子数，産子の一腹体重を測定した。その後，1週齢およ

び2週齢時に子の匹数と一腹体重を測定した。また，3週齢（離乳）時に雌親の体重，子の匹数および一腹体重を測定した。

統計処理は，交配したハムスターのうち分娩した雌親の数を分娩数，1匹以上離乳させた雌親の数を離乳数とし，飼育飼料と交配週齢を要因とした二元配置の χ^2 検定を行った。また，その他の測定形質については最小二乗法による二元配置の分散分析 [2] を行い，有意差の認められた要因について t 検定を行った。

成 績

ハムスターの雌親の分娩数および離乳数をTable 2に，その検定結果をTable 3に示した。分娩数および離乳数の両形質において飼育飼料間に統計的に有意な差異が認められ（ともに $P < 0.10$ ），いずれの形質でも育成期にZC-2，繁殖期にMB-1を用いたものが他の飼料区に比べて匹数が多かった。また，分娩数においては雌親の交配週齢に有意差がみられ（ $P < 0.05$ ），12週齢交配区のほうが8週齢交配区に比べて高い繁殖成績を示した。

分娩時，1，2および3週齢時における子の匹数および一腹体重の最小二乗平均とその標準誤差をTable 4に，その検定結果をTable 5に示した。分娩時におけ

る産子数および一腹体重では、育成期、繁殖期ともMB-1を給与した区が最も高い値をとり、育成期、繁殖期ともZC-2を給与した区が最も低い値となった。しかし、分娩日からの週齢が進むにつれて育成期にZC-2、繁殖期にMB-1を給与した区が高い成績を示す傾向にあり、3週齢時における子の匹数および一腹体重は、他の3区に比べて最も高い値を示した。育成期、繁殖期ともZC-2を給与した区では、実験期間を通して最も低い成績を示す傾向がみられた。雌親の交配週齢については、分娩時における産子数および一腹体重で有意差が認められ、12週齢交配区は8週齢交配区に比べて高い値を示す傾向にあった。しかし、その後の週齢において両者の間に統計学的有意差はみられなかった。

交配時、分娩時および離乳時における雌親の体重の最小二乗平均とその標準誤差をTable 6に、その検定結果をTable 7に示した。交配時における体重は、育成期にMB-1を給与した雌が育成期にZC-2を給与した雌よりも重い傾向にあり、12週齢で交配した雌においてその差が顕著であった。分娩時や離乳時における雌の体重においても同様の傾向が認められた。また、交配後に飼料を切り換えたことによる雌の体重への影響は、育成期にZC-2を給与した雌の離乳時体重

においてのみ有意差が認められ、交配時にMB-1に切り換えた区の体重が重くなった。8週齢交配区は12週齢交配区に比べて交配時から分娩時までの体重の増加量が大きく、分娩時から離乳時までの体重の減少量が小さかった。

考 察

ハムスターは二腔胃を持ち [5]、草類に対する嗜好性が高いことなどから [6]、ハムスターの栄養生理学的な特性に注目した研究が報告されている [8]。また、これらの特性を反芻動物と比較した報告もみられ、ハムスターの草食家畜用の実験動物としての期待が高まっている [11]。

一方、家畜育種のパイロットアニマルとしての選抜実験にはマウスが最も頻繁に用いられている。これに対して、ハムスターは飼料摂取量が多く、より広い飼育スペースを必要とするため、家畜育種学的観点からのパイロットアニマルとしての評価は低く、ハムスターが家畜育種の実験に用いられた例は少ない [9]。しかし、ハムスターは粗飼料利用性が高いことから、主として反芻家畜用の選抜実験動物としての有用性が期待される [11]。本研究はハムスターを選抜育種実験

Table 4. Least-squares means and standard errors of litter traits

Age of (weeks)	Feed	Litter size				Litter weight (g)			
		0-week	1-week	2-week	3-week	0-week	1-week	2-week	3-week
8	ZC→ZC	7.7±0.5	7.2±0.5	6.9±0.5	5.7±0.5	21.4±1.2	52.6±3.4	102.9±7.3	168.9±19.1
	ZC→MB	8.4±0.4	7.8±0.4	6.9±0.4	6.2±0.4	23.4±1.0	55.1±2.8	106.4±6.2	205.3±16.0
	MB→ZC	8.3±0.5	7.9±0.5	7.4±0.5	6.0±0.5	23.2±1.2	55.8±3.4	107.6±7.5	165.7±19.5
	MB→MB	8.6±0.5	8.0±0.5	7.0±0.5	5.8±0.5	23.7±1.2	57.0±3.4	101.8±7.5	175.8±19.4
12	ZC→ZC	8.7±0.4	7.5±0.5	6.5±0.4	5.4±0.5	23.4±1.0	55.4±2.9	90.8±6.4	147.9±16.6
	ZC→MB	9.0±0.4	8.1±0.4	7.7±0.4	6.8±0.4	24.4±1.0	59.2±2.8	115.2±6.2	224.5±16.2
	MB→ZC	8.9±0.5	7.7±0.5	6.7±0.5	5.5±0.5	24.9±1.2	56.0±3.4	98.5±7.4	165.6±19.2
	MB→MB	9.8±0.5	8.3±0.5	6.9±0.5	5.7±0.5	25.8±1.2	58.4±3.3	96.8±7.5	166.0±18.8

Table 5. The level of significance for linear contrasts of litter traits

Source	Litter size				Litter weight			
	0-week	1-week	2-week	3-week	0-week	1-week	2-week	3-week
ZC→ZC : ZC→MB				*			*	**
ZC→ZC : MB→ZC								
ZC→ZC : MB→MB	*	+			*			
ZC→MB : MB→ZC								*
ZC→MB : MB→MB				+			+	**
MB→ZC : MB→MB								
8-week : 12-week	*				*			

+: P<0.10, *: P<0.05, **: P<0.01

Table 6. Least-squares means and standard errors of body weights of dams

Age of mating (weeks)	Feed	Body weight of dam (g)		
		Mating	Birth	Weaning
8	ZC→ZC	81.7± 1.9	102.4± 1.9	93.6 ± 2.0
	ZC→MB	82.2± 1.6	103.5± 1.6	95.5 ± 1.7
	MB→ZC	85.8± 1.9	106.6± 2.0	97.7 ± 2.1
	MB→MB	83.5± 1.9	105.1± 1.9	97.0 ± 2.1
12	ZC→ZC	105.0± 1.6	113.7± 1.7	93.5 ± 1.8
	ZC→MB	102.9± 1.6	113.7± 1.6	99.5 ± 1.7
	MB→ZC	110.0± 1.9	122.4± 1.9	104.9 ± 2.0
	MB→MB	109.1± 1.9	116.4± 1.9	100.1 ± 2.0

Table 7. The level of significance for linear contrasts of body weights of dams

Source	Body weight of dam		
	Mating	Birth	Weaning
ZC→ZC : ZC→MB			*
ZC→ZC : MB→ZC	+	**	**
ZC→ZC : MB→MB			*
ZC→MB : MB→ZC	*	**	+
ZC→MB : MB→MB	*		
MB→ZC : MB→MB			
8-week : 12-week	*	*	**

+: P<0.10, *: P<0.05, **: P<0.01

に用いる場合の飼育飼料について検討したものである。

本実験の結果から、育成期にZC-2を給与し、繁殖期にMB-1を給与した区が、雌親の分娩数、離乳数、3週齢時における子の匹数および一腹体重において、他の3区に比べて最も高い成績を示した。この原因として、育成期にMB-1を給与した場合、栄養の過剰摂取による繁殖障害が考えられる。一方、繁殖期にZC-2を給与した場合には、栄養不足による受胎率の低下や泌乳量の減少などが考えられる。また、ハムスターを高繊維飼料で育成した場合、市販のマウス・ラット用飼料で育成した場合に比べて前胃および盲腸の重量が2～4倍に増加したという報告がある [7]。このことから、育成期にZC-2を給与したハムスターは消化管の発育が高まることによって繁殖期における消化能力が高く、これが泌乳能力に影響を与えた可能性が考えられる。事実、育成期にZC-2を給与し、繁殖期にMB-1を給与した区の雌親は分娩から離乳までの体重減少が最も小さく、子の一腹体重が最も重かった。しかし本実験では、飼料摂取量の測定、消化試験、体構成成分分析等を実施していないため、これらの考察は仮説の域を出ない。

交配週齢では、雌親の分娩数、分娩時における産子数と一腹体重において有意差が認められ、これらの形質に関して12週齢交配区は8週齢交配区に比べて高い成績を示した。しかし、最も高い成績を示した飼料区（育成期：ZC-2、繁殖期：MB-1）内では交配週齢による雌親の分娩数に差がみられず、また離乳時における子の匹数や一腹体重にも差がみられなかった。したがって、多くの離乳子数を得て選抜差を高めるためには、8週齢または12週齢のいずれで交配しても差はないと考えられる。ただし、育種実験において世代間隔を短くするという観点からは、12週齢交配よりも8週齢交配のほうが望ましいといえる。

本研究結果から、ハムスターの育成期には比較的高繊維質の飼料を給与し、繁殖期に繁殖用飼料に切り換えることによって高い繁殖成績をもたらすことが明らかとなった。従来、実験動物用飼料は配合割合を一定にし、生涯にわたり栄養レベルを一定に保つことが必要条件とされてきた。しかし、市販の高タンパク質、高エネルギー飼料の長期給与は肥満等の誘発につながることが明らかとなっており [3]、この意味からも適正な実験動物用飼料を検討する必要がある。本実験で用いた飼料は市販の2飼料のみであったが、繁殖成績をさらに高めるためにはより優れた飼料の組み合わせが必要であると考えられる。より適正な飼料の給与方法や飼料の組み合わせについては今後の検討課題となる。

要 約

シリアンハムスターを選抜実験に用いるため、給与飼料および交配週齢が受胎率や離乳子数などの繁殖成績に及ぼす影響について検討した。雌240匹を2群に分け、1群には草食動物用飼料ZC-2、他の1群には繁殖用飼料MB-1を給与して育成した（育成期）。交配時に各群をさらに2群に分け、1群は育成期と同一飼

料, 他の1群は飼料を変えて繁殖させた(繁殖期)。交配は各群の半数を8週齢, 残りの半数を12週齢で行った。育成期にZC-2を給与し, 繁殖期にMB-1を給与した区が, 雌親の分娩数, 離乳数, 3週齢時における子の匹数および一腹体重において有意に高い値を示した($P < 0.01$)。12週齢交配区は8週齢交配区に比べて, 雌親の分娩数, 分娩時における産子数と一腹体重において有意に高い値を示した。しかし, 3週齢における子の匹数や一腹体重には差がみられなかった。以上の結果から, ハムスターの育成期には比較的高繊維質の飼料を給与し, 繁殖期に繁殖用飼料に切り換えることによって高い繁殖成績が得られることが明らかとなった。

文 献

- [1] Furukawa, T., Tanaka, H. and Awata, T. (1992). Selection experiment in the golden hamster for testis size and correlated responses in female reproductive traits. *Proc. 3rd World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, **11**, 203–208.
- [2] Harvey, W.R. (1985). User's guide for LSMLMW. Ohio State Univ., Columbus.
- [3] 猪 貴義 (1982). 育種. pp.66–126, 栄養と飼料. pp.171–196, 実験動物学, 養賢堂, 東京.
- [4] Kent, G.C. (1968). Physiology of Reproduction. *In: The golden hamster*, pp.119–138, Hoffman, R.A., Robinson, P.F. and Magalhaes, H. (eds.), Iowa State Univ., Ames.
- [5] Magalhaes, H. (1968). Gross Anatomy. *In: The golden hamster*, pp.91–110, Hoffman, R.A., Robinson, P.F. and Magalhaes, H. (eds.), Iowa State Univ., Ames.
- [6] Manda, T. and Takano, N. (1976). Growth response of golden hamster to diets having different levels of for ages. *J. Japan Grassl. Sci.*, **22**, 46–51.
- [7] 萬田富治 (1979). ハムスターの栄養生理と粗飼料の利用性. 栄養生理研報, **23**, 111–128.
- [8] 村井 勝 (1986). ハムスターの栄養生理的 特性. 草食家畜用実験動物, **11**, 50–62.
- [9] 佐藤正寛・古川 力・西田 朗 (1991). 多形質のアニマルモデルによるゴールデンハムスターの繁殖能力の選抜. 日畜会報, **62**, 771–773.
- [10] 篠原 久・萱場猛夫・水間 豊 (1989). 繊維質飼料の利用特性に関する実験小動物種間比較. 日草誌, **35**, 247–253.
- [11] 篠原 久 (1986). 草食家畜用実験動物としてのハムスターの選抜育種. 草食家畜用実験動物, **11**, 39–49.