

マウスの胎児に及ぼすたん白質給与レベルの影響

田上末四郎・大和田宗子

たん白質レベルの異なる飼料を給与した際の長期間にわたる繁殖成績をマウスで検討したところ、たん白質高レベルおよび低レベル飼料の給与の場合とも産子数の顕著な減少が認められた¹⁾。その原因の一つとして、排卵数の減少ならびに異常卵の排卵および卵管内通過時間の経過に伴う異常卵の増加が認められた²⁾ことから、卵子の数の減少とその異常に起因する着床数の低下が考えられた。しかし、排卵後4日目(着床前日)の正常卵数²⁾よりも、繁殖試験で得られた産子数¹⁾がより少なかったことから、上記の原因に加えて着床から分娩までの間の胎児の損耗が推測された。

たん白質給与レベルと胚胎との関係については、これまでに幾つかの研究があり^{3~11)}、胚胎に対する影響が認められた報告と認められなかった報告とがある。堤は¹²⁾、¹³⁾豚における栄養と胚胎死亡との関係について総説し、これまでの報告の相違は、妊娠早期についての観察結果と胎児の出生や離乳前後の観察結果との違いによるもので、妊娠期については、さらに詳細な検討を必要とするとして述べている。本試験では、既報¹⁾の結果から推察された産子数の減少原因を確認する目的で、まず陰栓を認めた交尾後におけるたん白質レベルの異なる飼料の給与の影響を、妊娠前期から後期までの妊娠日数の段階的な胎児の損耗調査によって比較検討した。

材料および方法

本試験は、試験飼料の給与量を変えた二つの実験、すなわち、既報¹⁾の繁殖試験の条件に合わせた定量給与試験の実験Ⅰおよび妊娠日数の経過と共に経日的に増量給与した実験Ⅱからなる。両実験における供用マウス、飼料原料およびその配合比ならびに動物飼育室の環境や飼育管理の要領などは、すべて既報¹⁾の通りである。

1. 供試動物：用いたマウスは、2週間の膣垢検査法による性周期検査において、3回の発情周期を示した生後60~65日齢のICR-JCL系未経産マウスと同日齢の交配用雄マウスである。実験Ⅰに用いた雌マウスは平均体重29.8g(28.0-33.0g)の130頭、また実験Ⅱに用いた雌マウスは平均体重31.6g(28.0-33.5g)の90頭で、両実験とも1ケージ当たり5頭ずつ入れた2ケージの10頭ずつに区分けした。交配は1ケージ当たり1頭の雄マウスを同居させて行った。

2. 供試飼料：試験飼料は、既報¹⁾に準じてエネルギー含量をほぼそろえた、たん白質含量の異なる3種類すなわち標準レベル飼料(A区, CP:25%, DE:322.3kcal)、高レベル飼料(B区, CP:35%, DE:320.3kcal)ならびに低レベル飼料(C区, CP:15%, DE:322.1kcal)である。給与は、実験Ⅰでは1日1頭当たり定量の4.5gを、また実験Ⅱでは各区の摂取量がほぼそろえるように最少摂取量区に合わせながら妊娠日数の経過に伴い増飼し、それぞれ解剖予定日の前日夕方まで行った。飼料の摂取量は、毎朝の一定時刻に残餌量を秤量し、前日の給与量から差し引いて計算によって求めた。なお、今回の試験飼料の給与は、両実験とも交配後陰栓を確認したマウスを直ちに1頭ずつ他のケージに移した時点から行った。

3. 試験区分：区分は、実験ⅠおよびⅡともA区、B区およびC区の3区を基準としたが、実験Ⅰではさらに妊娠20日目の調査について、これら3区のほかにA区飼料からB区飼料またはC区飼料へと、たん白質レベルを標準から高または低レベルへと段階的に移行する試験区4区を設けた。すなわち、陰栓確認後5日間または10日間A区飼料を給与してからB区飼料あるいはC区飼料に切り替えて給与する4区(A-5・B-15区, A-10・

B-10区, A-5・C-15区, A-10・C-10区)を増設して合計7区とした。

4. 胎児の損耗調査: 調査は, 両実験とも産栓の確認された時点(妊娠第1日とする)から10日, 15日および20日後にエーテル麻酔して解剖し, 両子宮を取り出して肉眼的観察により行った。胎児総数は, 伊藤らの方法¹⁴⁾により, 子宮内の着床点(着床後胎盤形成がみられない着床跡), 吸収胎児数(胎盤を有し, 胎児が吸収されているもの), 死亡胎児数(開腹時に死亡していた胎児)および生存胎児数の合計算定数とした。またその着床点, 吸収胎児数および死亡胎児数の合計を死胎児数とした。胎児死亡率は胎児総数に対する死胎児数の100分率をArc-sin変換により補正算出して求めた。胎児体重はトーションバランスにより1頭ずつ測定した。な

お, 産栓の観察は毎朝夕の2回すなわち午前7~8時の間と午後6~7時の間に行った。得られた結果の統計的処理は分散分析によって差の有意性を, また区間の差の検定にはt-検定を用いた。

結 果

給与した飼料は, 両実験の場合ともほとんど摂取され, 増飼した実験Ⅱでの摂取量は, 実験Ⅰでの摂取量の5日目まで1.2~1.3倍量, 10日目までに約1.3~1.4倍量, 15日目までに約1.4~1.5倍量, そして20日目までに約1.4倍量であった。

産栓は, 両実験を通じて各区とも雄マウスの同居後6日以内にすべてのマウスに確認され, また産栓確認から解剖時までの間の不妊マウスも認められなかった。

Table 1. Initial and final body weight, and weight gain in maternal mice fed with various dietary protein levels. (Experiment I)

Gestation period (days)	Animal group ¹⁾	No. of mice	Body weight (g)		Weight gain (g)	(Index)	Weight gain / Life fetus
			Initial	Final			
10	A	10	31.4 ± 1.2 ²⁾	40.1 ± 1.7	8.7	(100)	0.76
	B	10	30.9 ± 1.1	34.3 ± 2.5	3.4 **	(39)	0.23 **
	C	10	30.1 ± 0.7	33.2 ± 2.3	3.1 **	(36)	0.31 **
15	A	10	29.7 ± 0.7	51.3 ± 4.6	23.6	(100)	1.84
	B	10	29.5 ± 0.7	57.5 ± 3.4	8.0 **	(34)	0.81 **
	C	10	29.3 ± 0.7	36.4 ± 4.3	7.1 **	(30)	0.77 **
20	B	10	29.1 ± 1.1	41.0 ± 8.6	11.9 **	(37)	1.31 **
	A-5・B-15	10	29.7 ± 0.9	46.6 ± 3.4	16.9 **	(52)	1.60 **
	A-10・B-10	10	29.6 ± 0.7	47.7 ± 3.4	18.1 **	(56)	1.93 **
	A	10	29.3 ± 0.7	61.8 ± 4.5	32.5	(100)	2.55
	A-10・C-10	10	29.6 ± 1.2	46.3 ± 5.1	16.7 **	(51)	1.72 **
	A-5・C-15	10	29.1 ± 0.8	40.7 ± 4.0	11.6 **	(36)	1.19 **
	C	10	29.9 ± 0.6	40.7 ± 3.0	10.8 **	(33)	1.09 **

1) A; Standard protein level diet (control, CP:25%, DE:322.2kcal/100g), B; High protein level diet (CP:35%, DE:320.3kcal/100g), C; Low protein level diet (CP:15%, DE:322.1kcal/100g).

2) Mean value ± standard error.

Significantly different (*p<0.05 and **p<0.01) from control (A) by t-Test.

Table 2. Initial and final body weight, and weight gain in maternal mice fed with various dietary protein levels. (Experiment II)

Gestation period (days)	Animal ¹⁾ group	No. of mice	Body weight (g)		Weight gain (g)	(Index)	Weight/Life gain / fetus
			Initial	Final			
10	A	10	30.7 ± 3.3 ²⁾	39.6 ± 2.8	8.6	(100)	0.61
	B	10	31.6 ± 3.5	36.6 ± 3.6	5.0 **	(58)	0.36 **
	C	10	31.7 ± 7.3	37.2 ± 3.2	5.5 **	(64)	0.34 **
15	A	10	32.8 ± 3.3	54.2 ± 6.4	21.4	(100)	1.43
	B	10	31.3 ± 1.9	49.1 ± 3.1	17.8 **	(83)	1.27 *
	C	10	31.3 ± 2.7	51.0 ± 5.6	19.7 *	(92)	1.40
20	A	10	32.2 ± 1.5	65.3 ± 4.9	33.1	(100)	2.20
	B	10	32.8 ± 2.1	60.6 ± 5.4	27.8 **	(84)	2.10
	C	10	29.9 ± 2.9	61.1 ± 8.5	31.2 *	(94)	2.40

1) See footnote 1 of table 1.

2) Mean value ± standard error.

Significantly different (*p<0.05 and **p<0.01) from control (A) by t-Test.

両実験に供した親マウスの体重の変化は第1表および第2表の通りで、それらの増体量は、両実験の場合ともA区に比較してB区ならびにC区では共に少なく、実験開始10日後で明らかな差(p<0.01)が認められた。しかし、その差は増量給与の場合には定量給与の場合より少なく、生胎児1頭当たりでみた場合の差は、分娩直前の20日目では認められなかった。

両実験における各区の死胎児保有親マウス数は第3表の通りである。死胎児はたん白質標準レベル飼料を給与したA区にも認められ、分娩直前の妊娠20日目では供用親マウスの50~60%が死胎児を保有していた。それに対し、B区ならびにC区の死胎児保有親マウスは共にさらに多く、その傾向は妊娠日数の経過と共に強く、20日目では供用親マウスのほとんどが死胎児を保有していた。

胎児の成長、総数および生死数を調査した結果を第4表、第5表ならびに第6表に示した。胎児は両実験の各区とも妊娠10日以降に急激な発育を示した。すなわち、第4表に示した通り、胎児の体重はA区では妊娠20日目と同10日目の約26倍、B区でも約23倍(実験I)から27倍(実験II)に達した。しかし、B区での胎児の発

Table 3. Number of maternal mice holding dead fetus.

Animal ¹⁾ group	Gestation p. (days)	10 15 20					
		Expt.		I II		I II	
		I	II	I	II	I	II
B		6	4	9	5	9	10
A-5.B-15		-	-	-	-	9	-
A-10.B-10		-	-	-	-	9	-
A		4	3	5	5	5	6
A-10.C-10		-	-	-	-	7	-
A-5.C-15		-	-	-	-	8	-
C		8	5	8	5	9	9

1) See footnote 1 of table 1.

Table 4. Body weight of life fetus in different gestation period of mice fed with various dietary protein levels. (mg)

Animal ¹⁾ group	No. of mice	Gestation p. 10 (days)		15		20	
		Expt. I	II	I	II	I	II
B	10	45.0±2.0 ^{**2)}	48.6±0.7 ^{**}	328±19 ^{**}	337±16.7 ^{**}	1010±57 ^{**}	1311±51.9 [*]
A-5·B-15	10	—	—	—	—	970±44 ^{**}	—
A-10·B-10	10	—	—	—	—	1260±70 ^{**}	—
A	10	57.0±1.0	54.3±0.9	524±25	456±79.	1440±23	1439±12.2
A-10·C-10	10	—	—	—	—	1270±31 ^{**}	—
A-5·C-15	10	—	—	—	—	1010±30 ^{**}	—
C	10	48.0±2.0 ^{**}	47.8±0.5 ^{**}	388±33 ^{**}	331±43.2 ^{**}	964±5 ^{**}	1417±23.0

1) See footnote 1 of table 1.

2) Mean value ± standard error.

Significantly different (*p<0.05 and **p<0.01) from control (A) by t-Test.

Table 5. Number of total fetus, life fetus and dead fetus in different gestation period of mice fed with various dietary protein levels. (Experiment I)

Gestation period (days)	Animal ¹⁾ group	No. of mice	Number of fetus				Mortality (%) ³⁾
			Total	(Range)	Life	Dead	
10	A	10	12.9±1.2 ²⁾	(7-19)	12.5±0.3 (7-18)	0.4±0.1 (0-1)	1.1±0.2
	B	10	13.3±0.4	(6-19)	11.9±0.4 ^{**} (1-17)	1.4±0.3 ^{**} (0-6)	13.3±0.9 ^{**}
	C	10	12.4±0.3	(8-16)	11.2±0.3 ^{**} (7-14)	1.2±0.2 ^{**} (0-2)	7.6±0.3 ^{**}
15	A	10	14.2±0.3	(12-18)	13.7±0.3 (11-18)	0.5±0.1 (0-1)	3.5±0.2
	B	10	12.9±0.4	(6-19)	10.6±0.4 ^{**} (6-16)	2.3±0.2 ^{**} (0-4)	15.8±0.3 ^{**}
	C	10	13.1±0.3	(7-17)	11.1±0.4 ^{**} (4-15)	2.0±0.2 ^{**} (0-5)	15.6±0.3 ^{**}
20	B	10	12.5±0.4	(5-17)	9.7±0.3 ^{**} (5-14)	2.8±0.3 ^{**} (0-11)	20.3±0.8 ^{**}
	A-5·B-15	10	13.2±0.3	(7-18)	11.4±0.3 ^{**} (3-16)	1.8±0.2 ^{**} (0-4)	15.6±0.7 ^{**}
	A-10·B-10	10	11.8±0.3	(7-14)	11.1±0.3 ^{**} (6-14)	0.7±0.2 (0-2)	6.4±0.4 [*]
	A	10	14.2±0.3	(11-17)	13.6±0.3 (11-16)	0.6±0.1 (0-2)	4.2±0.4
	A-10·C-10	10	12.1±0.3	(8-16)	11.1±0.3 ^{**} (8-16)	1.0±0.2 (0-2)	5.7±0.3 [*]
	A-5·C-15	10	13.1±0.4	(6-18)	11.8±0.3 ^{**} (5-16)	1.3±0.2 ^{**} (0-3)	10.1±0.5 ^{**}
	C	10	13.8±0.3	(9-16)	11.0±2.8 ^{**} (6-14)	2.8±0.3 ^{**} (0-7)	19.7±0.7 ^{**}

1) See footnote 1 of table 1.

2) Mean value ± standard error.

3) Calculate by Arc-sine transformation.

Significantly different (*p<0.05 and **p<0.01) from control (A) by t-Test.

Table 6. Number of total fetus, life fetus and dead fetus in different gestation period of mice fed with various dietary protein levels. (Experiment II)

Gestation period (days)	Animal group ¹⁾	No. of mice	Number of fetus				Mortality (%) ³⁾	
			Total	(Range)	Life	Dead		
10	A	10	14.0±0.9 ²⁾	(9-17)	13.6±0.8	(9-16)	0.4±0.2 (0-1)	2.7±0.1
	B	10	14.0±0.6	(11-16)	13.2±0.7	(10-16)	0.8±0.4** (0-3)	5.7±0.3**
	C	10	16.0±0.6	(13-19)	14.7±0.6	(12-18)	1.3±0.5** (0-5)	7.7±0.4**
15	A	10	15.9±0.7	(13-20)	15.3±0.6	(13-19)	0.6±0.2 (0-1)	3.5±0.2
	B	10	14.6±0.8	(11-19)	13.6±1.0*	(9-18)	1.0±0.5** (0-5)	7.2±0.3**
	C	10	14.4±0.7	(11-19)	13.1±0.8**	(8-17)	1.3±0.5** (0-4)	9.3±0.3**
20	A	10	15.5±0.7	(11-18)	14.7±0.6	(11-17)	0.8±0.3 (0-2)	4.8±0.1
	B	10	15.8±0.7	(12-19)	12.6±0.7**	(9-15)	3.2±0.6** (1-6)	20.1±0.2**
	C	10	14.4±0.9	(9-18)	12.5±0.9**	(7-17)	1.9±0.6** (0-6)	13.0±0.3**

1) See footnote 1 of table 1.

2) Mean value ± standard error.

3) Calculate by Arc-sine transformation.

Significantly different (*p<0.05 and **p<0.01) from control (A) by t-Test.

育度は、それぞれ対応する日齢のA区の胎児に比較して両実験とも悪く、10日目で明らかな発育の遅れが認められ、20日目でも有意 (I : p<0.01, II : p<0.05) に軽かった。ただ、C区の場合、実験Iでの胎児の発育はB区と同様に妊娠20日目で同10日目の約20倍にしかなかった。A区に比較して明らかな発育の遅れが認められたものの、実験IIにおける胎児体重は妊娠20日目で同10日目の約29倍に達し、対応するA区のそれよりはやや軽い傾向を示したのみで、その差は認められなかった。

胎児の総数は第5表および第6表に示した通り、実験Iでは平均11.8頭から14.2頭の間、実験IIでは平均14頭から16頭の間であり、各妊娠日数の場合とも各区間に差が認められなかったが、実験IIでの胎児の総数は、実験Iでのそれよりも各区ともやや多い傾向にあった。

生胎児数は、実験Iでは妊娠10日目ですでにA区よりもB・C両区とも明らかに (p<0.01) 少なく、実験IIではその様相が15日目以降にあらわれた。すなわち、実験IでのB区が生胎児数は、妊娠日数が増すにつれてA区のその5%、23%および29%の減少率、C区では10%、19%および19%の減少率で少なく、また実験IIでのB区が生胎児数は、A区のその3%、11%および14%の減少率で、C区では妊娠10日目の8%増以降、

14%および15%の減少率で少なかった。

死胎児数は両実験の各区とも妊娠の経過と共に経日的に増加した。すなわち、実験Iにおいては、A区では妊娠15日目で同10日目の約1.3倍、20日目で1.5倍増、B区では同15日目で10日目の1.6倍、20日目で2倍増、またC区では同15日目で10日目の約1.7倍、20日目で2.3倍増となった。また実験IIにおいても、A区では妊娠15日目で同10日目の1.5倍、20日目で2倍増、B区では順次約1.3倍および4倍増、またC区では15日目までは10日目とほぼ変らなかったが20日目で約1.5倍に増加した。しかし、両実験ともA区の死胎児数は各妊娠期を通して全般的に少なく、B・C両区ではA区に比較して有意 (p<0.01) に多かった。これらのことから、胎児の死亡率は両実験ともA区に比較してB・C両区が有意 (p<0.01) に高かった。また、これらの死亡率を実験IとIIとで比較すると、A区では実験IIがやや高い傾向を示したのに対し、B・C両区では実験Iが高い傾向にあった。

考 察

マウスの妊娠期に、たん白質高レベルまたは低レベル飼料を定量あるいは増量給与した場合、それらの増体量は、標準レベル飼料を給与した対照マウスの増体量に比

較して、両飼料の場合とも明らかに劣った。これらの結果は、たん白質の過給あるいは減給によって妊娠母豚の増体量が劣ったとする R_{IPPEL} et al¹⁵⁾, H_{OLDEN} et al¹⁶⁾, あるいは P_{OND} et al¹⁷⁾ らの報告に一致した。しかし、これらの報告では産子数や分娩子豚の体重への影響は認められていない。多胎動物では、一般に妊娠母体の増体は、生胎児の数やその発育度に左右される。本試験での生胎児数は、たん白質高レベルまたは低レベル飼料を給与したマウスが、標準レベル飼料を給与したマウスと比較して明らかに少なく、また定量あるいは増量給与によって多少の差はあっても胎児の発育は悪かった。したがって、増体量の減少は、生胎児数の減少ならびにその発育度の低下に起因したものであろう。

胎児の総数は各飼料間で差が認められなかった。このことは、たん白質の過給や減給による排卵数、排卵卵子の受精能あるいは受精卵の着床などへの影響がなかったことを意味するもので、試験飼料の給与の開始期が交配後の陰栓を確認した時点からであったことによるものと思われる。田上・須藤²⁾は、たん白質の過給あるいは減給によって、その給与期間が0日で排卵数の減少を認めている。この結果は、試験飼料の給与開始後から交配して陰栓の確認されたマウスから得た結果であり、本試験では、両試験飼料の給与の場合とも飼料給与開始から陰栓の確認までに約5日間を要したためであろう。

胎児の損耗現象は各区に認められ、標準レベル飼料を給与したマウスでも、分娩直前の妊娠20日目では、死胎児保有の供試マウスは50~60%に達した。一般に豚での胚胎損耗は妊娠期間中に30~50%にも達する¹⁸⁾が、総胚胎損耗の約70%が妊娠25日以内に起こる¹⁹⁾ので、本試験の調査対象期間である着床後における損耗は、総胚胎損耗数の約30%におよぶことが推測される。したがって、ある程度の胎児損耗現象は、多胎動物における一般的な現象と見ることが出来る。一方、たん白質高レベルならびに低レベル飼料を給与した場合の胎児の損耗数は、標準レベル飼料を給与した場合のそれに比較して、いずれの場合にも明らかに多く、妊娠日数の経過に伴って経日的に増加し、かつ供試マウスのほとんどが死胎児

を保有していた。このことは、多胎動物における一般的な現象を考慮してもなおかつ高い出現率となる。また、これらの結果は、妊娠中の豚に高たん白質飼料を無制限または過剰に給与して胚胎の死亡が増加した R_{OBERTSON} et al^{5), 6)} や S_{ELF} et al⁸⁾ らの報告、飼料のCPRが近似している場合にたん白質含量が高くなるに伴いラットの胚の生存率が低下した S_{AITOH} and T_{AKAHASHI}²⁰⁾ の報告、あるいはラットに低たん白質飼料を給与して胚胎の死亡率が高くなることを認めた G_{UILBERT} and G_{OSS}⁴⁾ および N_{ELSON} and E_{VANS}⁷⁾ らの報告と同様であった。

胚胎の活性には progesterone の分泌に基づく卵管子宮環境が重要である²¹⁾。このことは、豚に progesterone を投与して胚の死亡が減少し、産子数が増加したという S_{CHULTZ} et al²²⁾ の報告でも明らかである。たん白質高レベル飼料を給与した場合の progesterone の動態については、その報告を見ないが、G_{IANNINA} and L_{EATHEM}²³⁾ は、ラットに無たん白質飼料を給与して、妊娠11日目から血中 progesterone が著しく減少することを認め、また齊藤・高橋²⁴⁾ は progesterone の最終代謝産物の尿中濃度と生存胚数との間に有意の相関があることを報告している。これらのことから、胎児の損耗現象の一つの原因は、卵巣における progesterone の合成低下に由来する子宮環境の経日的な悪化によるものと判断される。

胎児の発育低下は、試験飼料の定量給与および増量給与の場合とも、妊娠10日目から認められた。しかし、低レベル飼料を増量給与したマウスの妊娠20日目では、胎児の発育は標準レベル飼料の給与マウスの場合と変らなかった。ラットでは、妊娠中のたん白質代謝は2相の型からなり、その中期までは母体にたん白質を蓄積し、後期になって母体のたん白質を胎児・胎盤に供給する^{25), 26)}。しかも、妊娠20日の維持に要する DCP の量は非妊娠時の3倍に増大する²⁷⁾ ので、マウスの場合にもかなりの DCP 量が必要になることは明らかである。したがって、たん白質低レベル飼料の給与マウスにおける胎児の発育低下は、たん白質量の不足によるものと思われる。

またこのことは、低レベル飼料を増量給与した場合の妊娠20日目の胎児に発育低下の現象が認められなかったことも、そのことを裏付けていると考えられる。なお、高レベル飼料の給与による胎児の発育低下も、たん白質水準の上昇に伴い窒素保持の割合が低下する²⁸⁾という豚での報告から、たん白質不足が考えられる。同時にまた、たん白質高レベル飼料の給与の場合、たん白質の代謝に由来する肝機能低下によるestrogenの不活性化能が低下した²⁹⁾ことから、胎児の損耗や発育低下にはestrogenが関与していることも考えられる。

以上のことから、たん白質高レベルならびに低レベル飼料の給与による排卵卵子中の正常卵数と産子数との差は、妊娠中における胎児の損耗によることが確認された。

要 約

生後60～65日齢の成熟雌マウスに雄を同居させ、臍栓が形成されたマウスについて、たん白質高レベルならびに低レベル飼料を定量あるいは増量給与し、その10日後、15日後および20日後の胎児の損耗を調査して標準レベル飼料を給与した場合のそれと比較した。得られた結果は以下の通り要約される。

1) 胎児の発育は、標準レベル飼料の給与の場合には順調であったが、高・低両レベル飼料の給与の場合にはともに悪く、妊娠10日目から差が認められた。

2) 胎児は給与飼料中のたん白質レベルにかかわらず損耗し、その損耗量は飼料の定量および増量給与の場合とも妊娠日数の経過に伴い増加するが、その傾向は高・低両レベル飼料の給与の場合に明らかに強かった。

3) 妊娠20日目の胎児の死亡率は、標準レベル飼料の給与の場合には胎児総数の約5%以内であったが、高・低両レベル飼料の給与の場合にはともに約20%となり、明らかな差が認められた。

以上の結果、たん白質の過給ならびに減給による正常卵数と産子数との差および産子数の減少は、妊娠中における胎児の損耗に起因することが判明した。

文 献

- 1) 田上末四郎・川淵嘉久・工藤義民・久池井忠男, 日畜会報, **49**, 779(1978)
- 2) 田上末四郎・須藤和男, 日畜会報, **53**, 266 (1982)
- 3) DAVIDSON, H. R., J. Agric. Sci., **20**, 233 (1930)
- 4) GUILBERT, H. R. and H. GOSS, J. Nutr., **5**, 251 (1932)
- 5) ROBERTSON, G. L., R. H. GRUMMER, L. E. CASIDA and A. B. CHAPMAN, J. Anim. Sci., **10**, 647 (1951)
- 6) ROBERTSON, G. L., R. H. GRUMMER, L. E. CASIDA and A. B. CHAPMAN, J. Anim. Sci., **10**, 841 (1951)
- 7) NELSON, M. M. and H. M. EVANS, J. Nutr., **51**, 71 (1953)
- 8) SELF, H. L., R. H. GRUMMER and L. E. CASIDA, J. Anim. Sci., **14**, 573 (1955)
- 9) HAFEZ, E. S. E., J. Anim. Sci., **17**, 1212 Abstr. (1958)
- 10) HAFEZ, E. S. E., J. Agric. Sci., **54**, 170 (1960)
- 11) LEATHEM, J. H., J. Anim. Sci., **25** (Suppl), 68 (1966)
- 12) 堤義雄, 畜産の研究, **24**, 951 (1970)
- 13) 堤義雄, 畜産の研究, **24**, 1073 (1970)
- 14) 伊藤雅夫・樋口勝啓・佐久間勇次・猪貴義, 家畜繁殖誌, **19**, 153 (1974)
- 15) RIPPEL, R. H., O. G. RASMUSSEN, A. H. JENSEN, H. W. NORTON and D. E. BECKER, J. Anim. Sci., **24**, 203 (1965)
- 16) HOLDEN, P. J., E. W. LUCAS, V. C. SPEER and V. W. HAYS, J. Anim. Sci., **27**, 1587 (1968)
- 17) POND, W. G., D. N. STRCHAN, Y. N. SINHA,

- E. F. WALKER, JR., J. A. DUNN and R. H. BARNES, *J. Nutr.*, **99**, 61 (1969)
- 18) HANLY, S., *J. Reprod. Fert.*, **2**, 182 (1961)
- 19) DAY, B. N., *Reproduction of swine In : Reproduction in Farm Animals*, ed. 2 (Hafez, E. S. E., ed.), P.279-288. Lea and Febiger, Philadelphia. (1968)
- 20) SAITOH, M. and S. TAKAHASHI, *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **46**, 101 (1975)
- 21) 竹内三郎, 畜産の研究, **29**, 67 (1975)
- 22) SCHULTZ, J. R., V. C. SPEER, V. W. HAYS and R. M. MELAMPY, *J. Anim. Sci.*, **25**, 157 (1966)
- 23) GIANNINA, T. and J. H. LEATHEM, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **146**, 957 (1974)
- 24) 齊藤守・高橋正也, 日畜会報 (suppl.) **48**, 118 (1977)
- 25) NAISMITH, D. J. and B. L. G. MORGAN, *Br. J. Nutr.*, **36**, 563 (1976)
- 26) SAITOH, M. and S. TAKAHASHI, *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **51**, 112 (1980)
- 27) SAITOH, M., S. TAKAHASHI and K. KAMEOKA, *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **50**, 411 (1979)
- 28) RUTLEDGE, E. A., L. E. HANSON and R. J. MEADE, *J. Anim. Sci.*, **20**, 142 (1961)
- 29) 田上末四郎・田村泰彦, 第73回日本畜産学会大会講演要旨, 71 (1982)

**Influence of different dietary protein levels on
the number of fetus in pregnant mice**

SUESHIRO TAGAMI and SHUKO OHWADA

Adult virgin female mice, ICR-JCL strain, 28.0~33.5g in initial body weights and 60~65 days at ages, were examined. They were kept together with mature male mouse in the same mouse-cage.

Feeding of experimental diets started on the day when vaginal plug were found in vagina of the mice after mating (1st day of pregnancy). The female mice were fed on either a high or low protein level ration at constant or increasing amount of diet.

The number of fetuses (implants rudimentary points, placenta of fetal resorption, death fetus and life fetus) were investigated after 10 days, 15 days, 20 days, of feeding with the rations and compared to the mice fed on standard protein level ration. The results obtained in this investigation are summarized as follows.

- 1) The growth of fetuses in mice fed with high or low protein level ration was significantly ($p < 0.01$) delayed more than that of the mice fed with standard protein level ration.
- 2) The number of fetus-loss was increased with the number of days of gestation irrespective of protein levels in diets in both cases of the constant and increasing amounts of diet. This was more obvious with the high or low protein ration than with the standard one.
- 3) Fetal mortalities on the 20th day of pregnancy were less than 5 percent in the case of the standard protein level ration and 20 percent in both case of high and low protein level ration, respectively. The differences in fetal mortalities are statistically significant between mice with the standard protein level ration and ones with the high or low protein level ration.

Judging from the result of the analysis of data mentioned above, it has been concluded that the decrease in a litter size and the differences observed between the number of normal ova ovulated and the litter size was resulted from death of fetuses during pregnancy.

(Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ., No.30, 29 ~ 37, 1982)