

## 子豚の発育と貧血の関係について

誌名	栄養生理研究会報
ISSN	02864754
著者	古郡, 浩
巻/号	15巻1号
掲載ページ	p. 1-23
発行年月	1971年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 子豚の発育と貧血の関係について

## I 緒 言

農林省畜産試験場 古 郡 浩

子豚の貧血は、McGowan and Crichton<sup>1,2)</sup> が鉄欠乏性貧血であることを明らかにして以来、「man made disease」とか「Concrete disease」と呼ばれている。その原因としてつぎのことが上げられている。(1) 出生時の貯蔵鉄が少ない。(2) 豚乳の鉄含有量が少ない。(3) 子豚期の発育が極めて大きい。(4) 豚の管理が豚舎内に集約される傾向にあるため、土中の鉄分の摂取が困難になっている。しかし豚の出生時の肝臓の鉄含有量<sup>3,4)</sup>と豚乳中の鉄含有量<sup>4,5)</sup>は、他の家畜に比べ、必ずしも低くない。むしろその根本的な原因は子豚期の驚異的な発育にあるものと考えられる。即ち、子豚の体重は10日齢で出生時の2倍以上となり、30日齢には7倍以上、また60日齢には15倍以上に達する。このため、子豚は発育にともなうヘモグロビン(Hb)の増加に必要な鉄の供給と利用の失調をまねきやすくなるものと考えられる。

筆者は(1) 子豚の貧血のメカニズムと発育におよぼす貧血の影響。(2) 貧血の予防法に関連する子豚期の鉄代謝につき研究を行なった。本報告は、(1)の結果をとりまとめて発表する。

## II 発育におよぼす貧血の影響

### 1. 新生豚の生理貧血と損耗<sup>6)</sup>

離乳期までの子豚の損耗は25%とも30%とも報告されており、<sup>7,8)</sup>その大部分は3日齢以内に起っている。その後の損耗は、これに比べると極めて少ない。それゆえ、出生初期の損耗防止は子豚の育成にあたって重要な課題である。この損耗の実態は圧死とか虚弱死、下痢などと名付けられている。しかし新生豚の生理特性として(1) 初乳により免疫抗体が賦与されること、(2) 生理貧血、(3) 体温と代謝調節機能の不全などがあげられていることから、筆者は損耗の本質的な原因を新生豚の生理的な特性にもとづくものと考えた。

そこで先づ、この生理貧血と損耗との関係を検討した。

供試豚は1967年に畜産試験場で生産された10腹99頭の子豚を用い、10日齢まで、母乳のみで哺育して、この関係を追跡した。

まず、これに関連して、出生初期の体重とHb量、Ht、血清蛋白質の推移を示すと、図1、2のとおりである。体重は10日齢に出生時の2倍以上となった。Hb量は哺乳開始後12時間に出生時の70%と急激に減少したが、その後の減少は緩慢となり、さらに3日齢以後の減少は、きわめて緩慢となった。これに対して出生時からフマル酸オ一鉄を経口投与したものは、10日齢にHbが増加して、出生時の水準近く回復した。血清蛋白質は、哺乳開始後12時間に初乳の $\gamma$ -グロブリンの吸収によって急激に増加した。また3日齢以降はアルブミンの増加と $\gamma$ -グロブリンの減少によりA/Gが直線的に増加した。

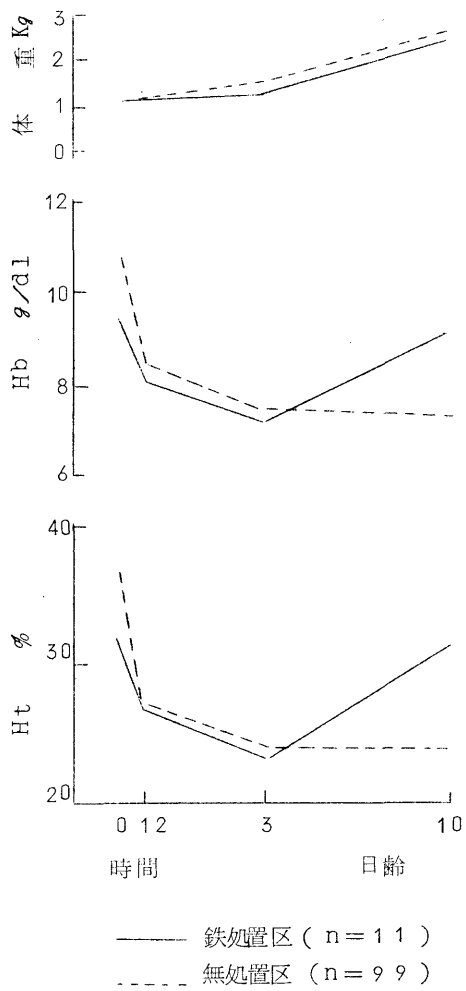


図1 新生豚の体重、Hb、Ht の推移

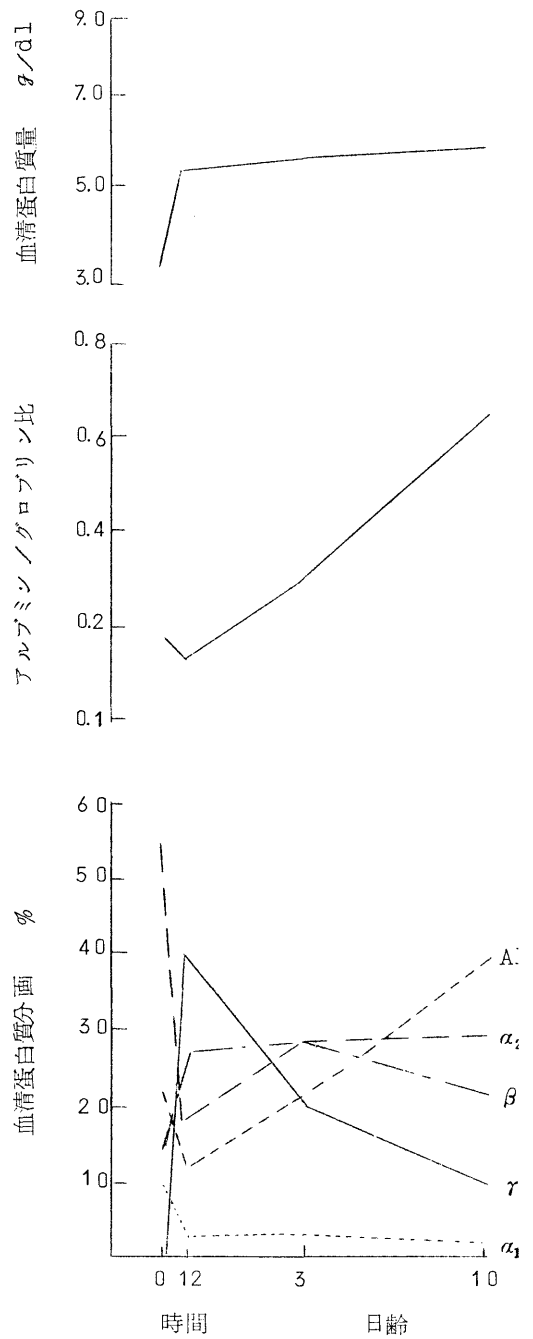


図2 新生豚の血清蛋白質の推移

表1. 出生時体重と日齢別死亡率の関係

出生時体重	出生時Hb量	例数	哺乳開始後		哺乳開始後		3日齢— 10日齢	累積 死亡率
			出生時—12時間	12時間—3日齢	12時間—3日齢	10日齢		
1.4Kg以上	12.0g/dl以上	7頭	0	%	0	%	0	0%
	10.0—12.0g/dl未満	11	0		0		9(1)	9(1)
	10.0g/dl未満	3	0		0		0	0
	計	21	0		0		5(1)	5(1)
1.0— 1.4Kg未満	12.0g/dl以上	8	0		0		25(2)	25(2)
	10.0—12.0g/dl未満	30	3(1) <sup>a)</sup>		0		3(1)	7(2)
	10.0g/dl未満	13	0		23(3)		10(1)	34(4)
	計	51	2(1)		6(3)		8(4)	16(8)
1.0Kg未満	12.0g/dl以上	2	0		0		0	0
	10.0—12.0g/dl未満	18	6(1)		24(4)		0	28(5)
	10.0g/dl未満	7	14(1)		33(2)		0	43(3)
	計	27	7(2)		22(6)		0	30(8)
総計		99	3(3)		9(9)		6(5)	17(17)

a) 括弧内は死亡頭数。

表2. 出生時Hb量と日齢別死亡率の関係

出生時Hb量	出生時体重	例数	哺乳開始後		哺乳開始後		3日齢— 10日齢	累積死亡率
			出生時—12時間	12時間—3日齢	12時間—3日齢	10日齢		
12.0g/dl以上	1.4Kg以上	7頭	0	%	0	%	0	0%
	1.0—1.4Kg未満	8	0		0		25(2)	25(2)
	1.0Kg未満	2	0		0		0	0
	計	17	0		0		12(2)	12(2)
10.0— 12.0g/dl未満	1.4Kg以上	11	0		0		9(1)	9(1)
	1.0—1.4Kg未満	30	3(1) <sup>a)</sup>		0		3(1)	7(2)
	1.0Kg未満	18	6(1)		24(4)		0	28(5)
	計	59	3(2)		7(4)		4(2)	14(8)
10.0g/dl未満	1.4Kg以上	3	0		0		0	0
	1.0—1.4Kg未満	13	0		23(3)		10(1)	31(4)
	1.0Kg未満	7	4(1)		33(2)		0	43(3)
	計	23	4(1)		23(5)		6(1)	30(7)
総計		99	3(3)		9(9)		6(5)	17(17)

a) 括弧内は死亡頭数。

つぎに生理貧血と損耗の関係を出生後の日齢別死亡率によって示すと表1, 2のとおりである。出生時体重1 Kg未満の群と出生時Hb量10.0 g/dl 未満の群に死亡率が高く、しかもこれら両群に属している個体、即ち、出生時体重が小さく、且つHb量の低い個体の死亡が多かった。また、これらの群の死亡は3日齢以内に多いのが特長で、出生時体重の大きい群、あるいは出生時Hb量の高い群に属するものでは、3日齢以降にわずかな死亡しか見られなかったのと対照的であった。

産子数と死亡率との関係では産子数10頭以上の場合に死亡率が高かった。(表3)

表3. 産子数と死亡率の関係

産子数	例数	出生時—哺乳 開始後12時間	哺乳開始後 12時間—3日齢	3日齢—10日齢	累積死亡率
10頭以上 <sup>a)</sup>	60頭	5(3) <sup>b)</sup> %	11(6) %	6(3) %	20(12)%
10頭未満 <sup>a)</sup>	39	0	8(3)	6(2)	13(5)
総計	99	3(3)	9(9)	6(5)	17(17)

a) 両群とも腹の数は5。

b) 括弧内は死亡頭数。

つぎに、以上の関係をさらに明確にするため、出生時の体重およびHb量と体重増加およびHb量減少との関係を示すと表4, 5のとおりである。

表4. 出生時体重と体重増加およびHb量の減少の関係

#### 1. 体重増加

出生時体重	出生時	哺乳開始後 12時間	3日齢	10日齢
例数	99	96	87	82
1.4 Kg以上	1.54±0.16 <sup>a)</sup> Kg <sup>b)</sup> (21)	1.62±0.16(21) Kg	1.84±0.19(21) Kg	3.09±0.73(20) Kg
1.0-1.4 Kg未満	1.18±0.11 (51)	1.27±0.14(50)	1.59±0.32(47)	2.71±0.64(43)
1.0 Kg未満	0.85±0.11 (27)	0.88±0.13(25)	1.10±0.19(19)	1.89±0.47(19)

#### 2. Hb量の減少

出生時体重	出生時	哺乳開始後 12時間	3日齢	10日齢
例数	99	96	87	82
1.4 Kg以上	11.4±1.4 <sup>a)</sup> g/dl <sup>b)</sup> (21)	8.5±1.5(21) g/dl	7.6±1.2(21) g/dl	7.8±1.3(20) g/dl
1.0-1.4 Kg未満	10.8±1.3 (51)	8.4±1.7(50)	7.5±1.0(47)	7.1±1.0(43)
1.0 Kg未満	10.4±1.2 (27)	8.6±1.6(25)	7.4±1.1(19)	7.1±1.1(19)

a) 平均値±標準偏差

b) 括弧内は例数

表5. 出生時Hb量と体重増加およびHb量の減少関係

1. 体重増加

出生時Hb量	出生時	哺乳開始後 12時間	3日齢	10日齢
例数	99	96	87	82
12.0 g/dl以上	1.30±0.26 <sup>a)</sup> (17) <sup>b)</sup> Kg	1.38±0.26 <sup>Kg</sup> (17)	1.70±0.43 <sup>Kg</sup> (17)	2.69±0.47 <sup>Kg</sup> (15)
10.0-12.0 g/dl未満	1.14±0.26 (59)	1.23±0.40 (57)	1.52±0.35 (53)	2.63±0.74 (51)
10.0 g/dl未満	1.09±0.35 (23)	1.19±0.29 (22)	1.45±0.35 (17)	2.50±1.00 (16)

2. Hb量の減少

出生時Hb量	出生時	哺乳開始後 12時間	3日齢	10日齢
例数	99	96	87	82
12.0 g/dl以上	1.28±0.8 <sup>a)</sup> (17) <sup>b)</sup> g/dl	1.01±1.7 <sup>g/dl</sup> (17)	8.5±1.0 <sup>g/dl</sup> (17)	7.9±1.3 <sup>g/dl</sup> (15)
10.0-12.0 g/dl未満	1.09±0.6 (59)	8.5±1.3 (57)	7.4±0.9 (53)	7.2±1.0 (51)
10.0 g/dl未満	9.2±0.8 (23)	7.2±1.3 (22)	6.6±0.6 (17)	7.0±1.1 (16)

a) 平均値±標準偏差

b) 括弧内は例数

出生時体重は発育率とは関係なく、小さいものは、小さいまま推移し、体重の取りもどし現象は見られなかった。また出生時体重の大きいものは、出生時Hb量が高い傾向を示し、その後のHb量も高いまゝ推移した。出生時Hb量の高いものは、その後もHb量が高いまゝ推移した。出生時Hb量の低いものは、Hb量の減少が大きかった。

表6. 産子数と体重増加およびHb量の減少の関係

1. 体重増加

産子数	出生時	哺乳開始後 12時間	3日齢	10日齢
例数	99	96	87	82
10頭以上 <sup>a)</sup>	1.12±0.26 <sup>b)</sup> Kg <sup>c)</sup> (60)	1.19±0.28 <sup>Kg</sup> (57)	1.43±0.29 <sup>Kg</sup> (51)	2.51±0.84 <sup>Kg</sup> (48)
10頭未満 <sup>a)</sup>	1.24±0.27 <sup>Kg</sup> (39)	1.32±0.23 (39)	1.70±0.41 (36)	2.76±0.59 (34)

2. H b量の減少

産子数	出生時	哺乳開始後 12時間	3日齢	10日齢
例数	99	96	87	82
10頭以上 <sup>a)</sup>	10.2±1.0 <sup>b)</sup>	8.1±1.6 <sup>c)</sup> (57)	7.2±0.9 (51)	7.0±1.0 (48)
10頭未満 <sup>a)</sup>	11.7±1.1 (39)	9.0±1.5 (39)	7.9±1.2 (36)	7.7±1.0 (34)

a) 両群とも腹の数は5

b) 平均値±標準偏差

c) 括弧内は例数

産子数10頭以上の子豚は出生時体重が小さく、かつ出生時H b量も低く、かつその後のとりもどし現象は見られなかった。(表6)

表7. 出生時体重と出生時H b量の分散分析

1. 出生時体重

変動因	自由度	平均平方	F
品種	2	1.978	0.794
品種内腹	7	2.491	4.432 <sup>**</sup>
腹内個体	89	0.562	
全体	98		

2. 出生時H b量

変動因	自由度	平均平方	F
品種	2	5.065	0.625
品種内腹	7	8.091	7.096 <sup>**</sup>
腹内個体	89	1.137	
全体	98		

\*\* P < 0.01

性別と品種間(ヨークシャーとその雑種)では出生時体重、出生時H b量およびその後のそれらの推移との関係は認められなかった。(表7)

これらの結果から、出生時体重が小さく、出生時H b量の低いものは、貧血を起し易く、損耗も大きかった。また出生時体重の大きいものは、発育のみならず貧血という点からも有利であると思われる。

出生時H b量の低いものでは、初乳の摂取にともなう急激な貧血によって、茫然自失とか哺乳意欲の

低下あるいは凝合力の喪失などを示し、これが旺死や虚弱死の誘因になるものと考えられる。最近Orrら<sup>9)</sup>はミシガン大学で2日齢で体重の小さい子豚のHb量が低く、かつ死亡率が高いことを報告している。彼等はこの症状を“pale pig syndrome”と呼んでいる。

中山<sup>10)</sup>による人の新生児の体内鉄分析の結果では、体内鉄の70%はHbとして含まれている。このHbは赤血球寿命とともに破壊されて鉄を遊離し、この鉄は貯蔵鉄、組織鉄あるいはHb鉄として再利用される。それ故、出生後の鉄の給源としては貯蔵鉄よりもHb鉄の方が重視される。そのため豚のように発育の速い動物では出生時Hb量の多少は出生初期の鉄代謝を正常に営むための最大の要因であり、育成成績の良否に密接な関係をもっているものと推察される。

これに関係した母体側の問題としてMillerら<sup>11)</sup>は母豚が妊娠後期にHb量の減少を起こすことを報告している。さらにMooreら<sup>12)</sup>も妊娠中に貧血症状を示した母豚から生まれた子豚は分娩時の死亡率がきわめて高かったと報告している。これらの報告は母豚が妊娠後期に鉄欠乏性貧血にみまわれることが多いので、未熟児的な子豚を生産する機会が多くなることを示唆している。そこで出生初期の損耗と密接に関係をもつ出生時Hb量や貯蔵鉄をはじめとする生理的な諸要因は妊娠豚の栄養生理やその管理にかゝわる問題であると云えよう。今後この面の研究の進展が痛感される。

## 2. 子豚の鉄欠乏性貧血と発育阻害<sup>6,13)</sup>

生理貧血が明確な鉄欠乏性貧血に移行する10日齢以降において、貧血は発育の阻害要因あるいは疾病の誘因として重要である。しかし貧血により発育が阻害されるにしても、その時期と程度については報告によって一致していない。そこでこの関係を明らかにしようとした。一方疾病の誘因として、下痢との関係が、経験的に云々されるが、現在までのところ、科学的な説明はつけられていない。

まず、1の結果を用いて初回哺乳開始後12時間、3日齢および10日齢の体重増加率とHb減少率および血漿蛋白質増加率との相関関係を調べた。(表8)

表8. 体重増加率<sup>a)</sup>とHb減少率<sup>a)</sup>および血漿蛋白質増加率<sup>a)</sup>の相関

日 齢	哺乳開始後		
	12時間	3日 齢	10日 齢
例 数	96	87	82
体重増加率とHb減少率	0.077	0.273*	0.431**
体重増加率と血漿蛋白質増加率	0.581		

\* P < 0.05    \*\* P < 0.01

a) 体重増加率、Hb減少率および血漿蛋白質増加率ともに出生時の値を100%として計算した。

なお血清蛋白質量は3日齢と10日齢にほとんど増加が認められなかったため、3日齢と10日齢の



相関係数の算出は行なわなかった。哺乳開始後12時間の体重増加率とHb量減少率の相関は、Hb量の減少率がもっとも大きいにもかかわらず、ほとんど認められなかった。しかし哺乳開始後12時間の体重増加率と血漿蛋白質の増加率とはかなり高い相関を示した。これは新生豚が初乳中の $\gamma$ -グロブリンをすみやかに吸収して、血漿蛋白質を増加させるためである。哺乳開始後12時間の体重増加率とHb減少率の相関がきわめて低いのは、この時期の体重増加のメカニズムが哺乳量以外の未知要因によって支配されているためと考えられる。

しかし3日齢、10日齢になれば体重増加のメカニズムの未知要因が消失し、またErythron(血液の赤血球および骨髄の幼若な赤芽球系列の総称)や組織鉄の増加で、Hbの合成に利用しうる貯蔵鉄が限られているので、体重の増加率とHb量の減少率の相関が高まってくるものと考えられる。それ故、出生初期には発育がHb量の減少をもたらすものといえよう。

次に10日齢以降の発育におよぼす貧血の影響について検討した。(図3,表9)

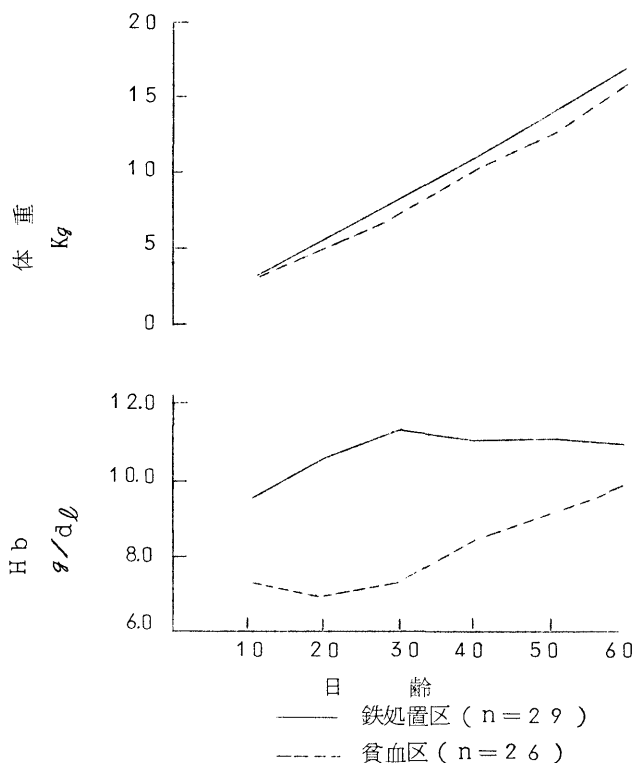


図3. 体重におよぼす貧血の影響

表9. 貧血豚のHb量と増体量の関係

1. 10日齢 — 30日齢

区	例数	平均Hb量	増体量	平均Hb量と増体量の相関
7.0 g/dl以上	16	7.7 ± 0.1 a) g/dl	3.9 ± 0.4 Kg	-0.150
7.0 g/dl未満	10	6.2 ± 0.2	3.7 ± 0.4	

2. 30日齢 — 60日齢

区	例数	平均Hb量	増体量	平均Hb量と増体量の相関
9.0 g/dl以上	10	9.7 ± 0.2 a) g/dl	10.9 ± 0.7 (P<0.01)	0.372
9.0 g/dl未満	13	7.9 ± 0.4	7.0 ± 0.6	

a) 平均値±標準誤差

子豚はコンクリート床の豚房に母豚とともに飼養し、20日齢から人工乳を与え、35日齢に子豚用飼料に切換え、50日齢に離乳した。鉄処置区はデキストラン鉄の筋肉注射あるいはフマル酸才一鉄の経口投与を行なった。貧血区は無処置とした。貧血区の10-30日齢の平均Hb水準(10、20、30日の平均値)は7.1 g/dlであったが、40日齢から漸増したので、30-60日齢の平均Hb水準(30、40、50、60日の平均値)は8.7 g/dlとなった。貧血区のHb量は、いづれの期間も鉄処置区のそれよりも有意に低かった。(P<0.01) またこの区の子豚は、外見上も明らかな貧血症状を呈した。貧血区の10-30日齢と50-60日齢の増体量は鉄処置区のそれよりもわずかであるが低かった。しかしいづれの期間も両区の間には有意差は認められなかった。貧血区において、Hb量と増体量の関係を見ると、30-60日齢の平均Hb量が9.0 g/dl以上の区のそれよりも有意に低かった。(P<0.01)。

次に同じ方法で、鉄剤投与法の吟味を行なった。(表10)

表10. 増体量の分散分析

1. 3日齢 — 30日齢

変動因	自由度	平均平方	F
処 理	1	201.19	0.546
投 与 法	1	1080.66	2.935
残 差	25	368.20	
全 体	27		

2. 30日齢 — 60日齢

変 動 因	自 由 度	平 均 平 方	F
処 理	1	1 4 5 7.7 9	5,7 8 6 *
投 与 法	1	1 6 8 8.9 3	6, 7 0 4 *
残 差	2 4	2 5 1.9 1	
全 体	2 6		

\* P < 0.01

鉄剤投与の有無と鉄剤の投与法を変動要因とする増体量の分散分析の結果、10—30日齢にはいずれの増体量にも有意差はなかったが、30—60日齢に鉄処置区の増体量が貧血区のそれよりも有意に高く (P < 0.05)、またデキストラン鉄の筋肉注射区の増体量がフマル酸才一鉄の経口投与区よりも有意に高かった (P < 0.05)。

これらの結果から貧血は発育の結果もたらされるものであるが、貧血が長引いた場合は発育の阻害要因となると考えられる。しかし、発育が貧血の原因である以上、早い時期に貧血が発育におよぼす影響を明確に知ることは極めて困難である。

この鉄欠乏性貧血は出生初期の鉄剤投与によって容易に予防することが出来る。現在の貧血予防はデキストラン鉄の筋肉注射が主流となっている。演者らの成績も、この方法が経口鉄剤の中で利用率にすぐれたフマル酸才一鉄よりも効果的であった。しかし最近の貧血予防についての研究の趨勢は、注射などの手間がかかる方法よりも、人工乳にまぜて経口的に投与する方法あるいは豚乳の鉄含有量を増加させようとする試みが多く行なわれている。また Tollerz<sup>14)</sup>らはデキストラン鉄の有害性を調べこれが原因で損耗がおきやすいことを報告している。そのため最近では吸収のよい有機鉄化合物の開発や人工乳の嗜好を高めようとする開発研究も行なわれつつある。この点からも子豚期の鉄代謝を解明して行くことは、今後の重要な課題であると考えられる。

### Ⅲ 循環血液量の推移と貧血の影響<sup>15)</sup>

新生豚の哺乳開始後に見られる赤血球の急激な減少と子豚の発育にともなうHb量の低下のメカニズムを明らかにするため、初乳の摂取が循環血液量に及ぼす影響および鉄処置豚と貧血豚の発育にともなう循環血液量の推移を検討した。子豚の飼養方法はⅡ-2と同じであった。鉄処置区へ3日齢と20日齢にデキストラン鉄を鉄として、それぞれ100mgを筋肉注射した。循環血液量の測定はGregerson and Rawson<sup>16)</sup>のT-1824法によった。

#### 1. 新生豚の哺乳の有無が循環血液量におよぼす影響(表11)

表 1.1 新生豚の循環血液量におよぼす哺乳の影響

時 間	例 数	体 重	H t	循環血漿量	循環血液量	循環赤血球量	体重(kg)あたり 循環血漿量	体重(kg)あたり 循環血液量	体重(kg)あたり 循環赤血球量
出 生	1 2	1.25±0.06 kg	3.6±2%	7.7±3 ml	1.20±0.6 ml	4.4±4 ml	6.1±1 ml	9.7±3 ml	3.5±3 ml
哺乳後 1 2 時間	1 4	1.34±0.04	2.5±2	1.14±3	1.54±5	3.9±3	8.6±3	1.16±3	2.9±2

平均値±標準誤差

表 1.2 循環血漿量、循環血液量、循環赤血球量におよぼす日齢と貧血の影響

日 齢	循 環 血 漿 量		循 環 血 液 量		循 環 赤 血 球 量			
	例 数	貧 血 区	例 数	鉄 処 置 区	例 数	鉄 処 置 区		
1 0	2 0 8 ± 8 ml	1 3	2 6 2 ± 1 0 ml	5	3 2 3 ± 1 1 ml	3 4 7 ± 1 4 ml	1 1 6 ± 4 ml	8 5 ± 7 ml
2 0	3 2 2 ± 1 5	1 6	3 7 6 ± 1 0	6	5 1 4 ± 1 8	5 1 7 ± 1 6	1 9 2 ± 7	1 4 1 ± 1 8
3 0	4 7 8 ± 1 2	1 6	5 4 9 ± 3 2	8	7 8 7 ± 2 0	7 6 9 ± 3 4	3 0 8 ± 9	2 2 0 ± 1 0
4 0	6 9 1 ± 2 6	1 6	7 9 8 ± 5 0	6	1 1 2 3 ± 4 3	1 1 3 5 ± 8 3	4 3 2 ± 1 9	3 3 7 ± 4 4
5 0	9 5 5 ± 3 4	1 6	9 9 1 ± 6 3	6	1 5 3 5 ± 5 0	1 4 7 0 ± 1 1 5	5 7 9 ± 2 1	4 8 0 ± 5 6
6 0	1 1 7 9 ± 5 4	1 7	1 1 7 7 ± 7 4	8	1 8 7 1 ± 8 3	1 7 5 3 ± 1 1 1	6 9 1 ± 3 2	5 7 6 ± 4 4

平均値±標準誤差

哺乳した区は、Htが初回哺乳後12時間で30%減少したが哺乳しない区は、この変化がみられなかった。一方循環血液量(BV)は28%上昇し、Htの減少率とほぼ一致した。また循環血漿量(PV)は48%上昇し、循環赤血球量(EV)はほとんど変化しなかった。

これらの結果、初乳の哺乳開始後に見られる赤血球数の減少はPVの増加による血液稀釈によるものと考えられる。またPVの増加は初乳の $\gamma$ -グロブリンを中心とした蛋白質と液体成分の血中への流入の結果と考えられる。姫野<sup>17)</sup>らは、新生豚に対する免疫抗体の $\gamma$ -グロブリンの移行は哺乳開始後数時間に最高に達し、以降平衡状態を示し、母乳哺乳開始後8時間以降には初乳中の免疫抗体が腸管を通過しなくなることを報告している。しかも子豚は出生直後からきわめて哺乳力が強く、短時間に多量の初乳を哺乳する。本実験における初乳の哺乳開始後12時間の体重増加は約80gであった。すなわち免疫抗体の吸収にともなう血液稀釈がこの貧血の原因である。それ故、新生豚の貧血は生理貧血である。

2. 日齢と貧血が循環血液量におよぼす影響(表12、図4)

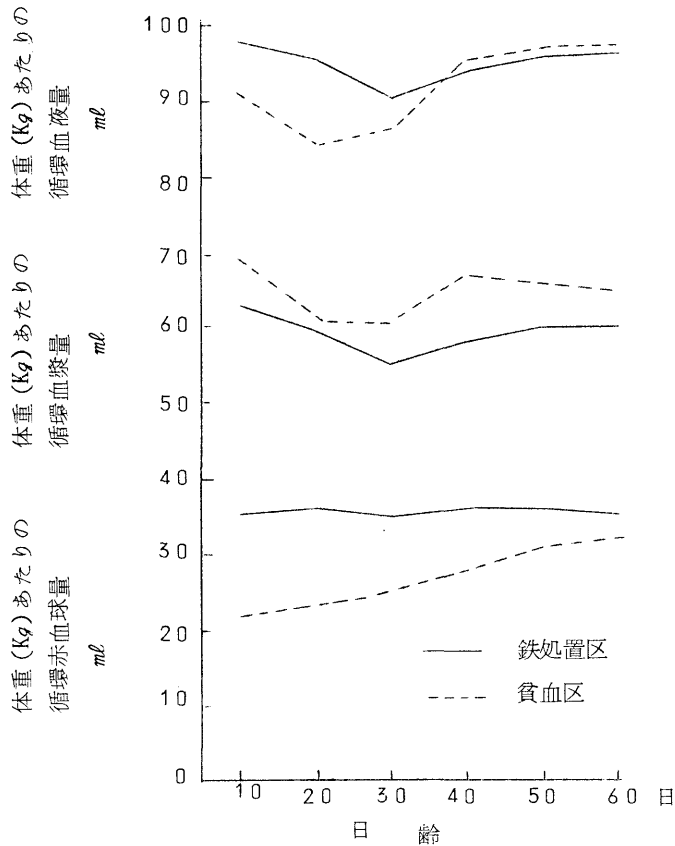


図4. 体重(Kg)あたりの循環血液量、循環血漿量、循環赤血球量におよぼす日齢と貧血の影響

10日齢以降のBVの増加率は体重の増加率とほぼ等しかった。貧血によりEVが減少したが、PVが増加したので、BVは鉄処置区と貧血区の差はほとんど見られなかった。しかし貧血区の体重(Kg)あたりのBVは鉄処置区のそれよりも減少し、貧血によるEVの減少をPVの増加が完全に補っていないことを示していた。鉄処置区の体重(Kg)あたりのEVは10日齢以降ほぼ一定であった。即ち、適正な鉄の投与を行えば、子豚は発育に応じた赤血球生産力をもつことを示した。これから、少なくとも生後10日齢以降の貧血は、生理貧血でなく、鉄欠乏性貧血である。

#### IV 子豚の貧血の血液学的所見

子豚の貧血の診断上の指針に資するために、豚の発育時ならびに貧血時の赤血球の形態的变化について検討した。

豚の赤血球の形態的な変化についてはMiller<sup>9)</sup>とSchalm<sup>18)</sup>によって研究が行なわれているが、その生理的な動揺については不明瞭な点が多い。そこでまず育成豚を用いて赤血球平均恒数と血液水分量の推移におよぼす、月齢、育成季節、飼料給与法の影響を調べた。

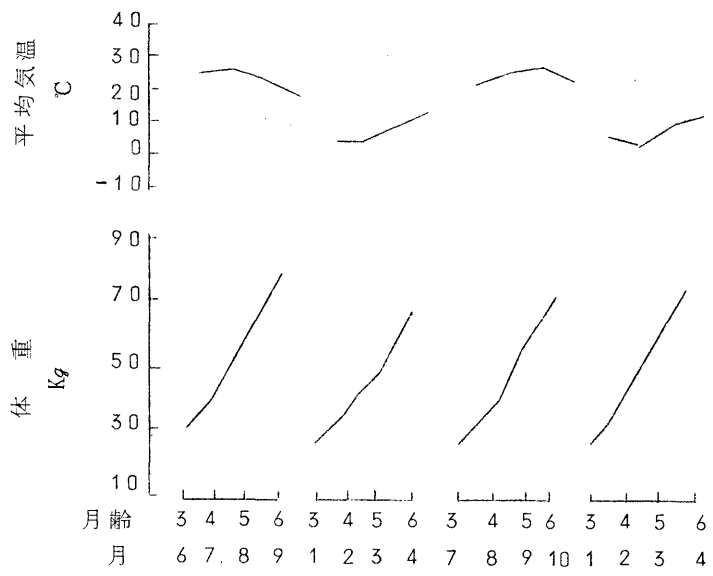
次に子豚の貧血は鉄欠乏性貧血であるので赤血球は小球性、低色素性の変化を起すと考えられていたが、近年Swenson<sup>19)</sup>らは小球性、正色素性であると報告している。これが低色素性なのか正色素性なのかについては見解の分かれるところなので、子豚期の赤血球平均恒数の推移と貧血の影響を調べた。

##### 1. 育成豚の赤血球平均恒数と血液水分量におよぼす月齢、育成季節と飼料給与法の影響<sup>20)</sup>

供試豚は当场産の中ヨークシャーおよび中ヨークシャーとランドレースの雑種であった。1966年度と1967年度に生れた春子、秋子のそれぞれ8頭ずつ計32頭を3ヶ月齢から7ヶ月齢まで育成した。育成季節は夏季と冬季であった。飼養管理は豚の産肉能力検定法に準じて行なったが、1966年度生れのは検定規準にもとづく制限給与、1967年生れのは自由給与とした。この間月に1回採血して、Ht、Hb、赤血球数、血液水分量、血漿水分量、血球水分量などを調べた。(図5、6、7、8)

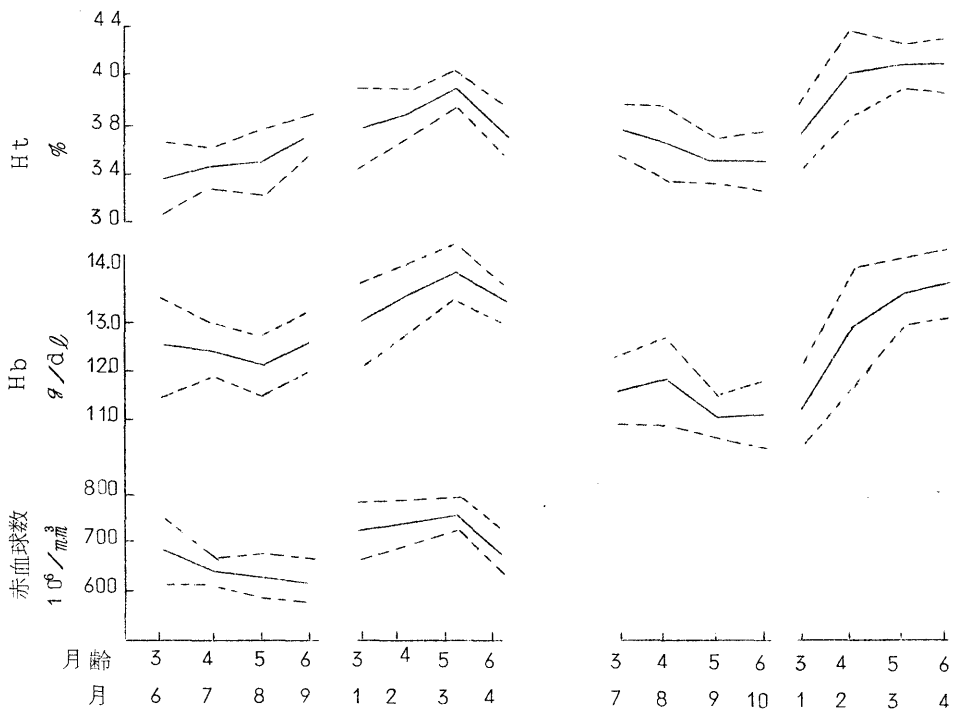
供試豚はほぼ標準に近い発育をとげているが、制限給与したものは冬季に発育遅延が認められた。Ht、Hb、赤血球数は月齢と育成年度間に差はなく、育成季節間に有意差(両年とも $P < 0.01$ )を認め、両年次とも秋子(冬季)のHt、Hb、赤血球の方が高かった。なお赤血球数は発育にともなって漸減傾向を示した。MCV(平均赤血球容積)・MCH(平均赤血球血色素量)は発育にしたがって漸増する傾向を示した。MCHC(平均赤血球血色素濃度)および血液水分量はともに育成季節間に有意差( $P < 0.01$ )を認め、春子(夏季)が高かった。血漿水分量は秋子(冬季)の方が有意に( $P < 0.01$ )高かった。血球水分量は発育にしたがって漸減する傾向を示した。

これらの結果から、赤血球は発育にともない大球性の変化を起すこと、いっほり育成季節により流血中の赤血球数がことなり、冬季に赤血球数が急激に増加し、この結果、血液水分量が減少することが判



体重は8頭の平均値

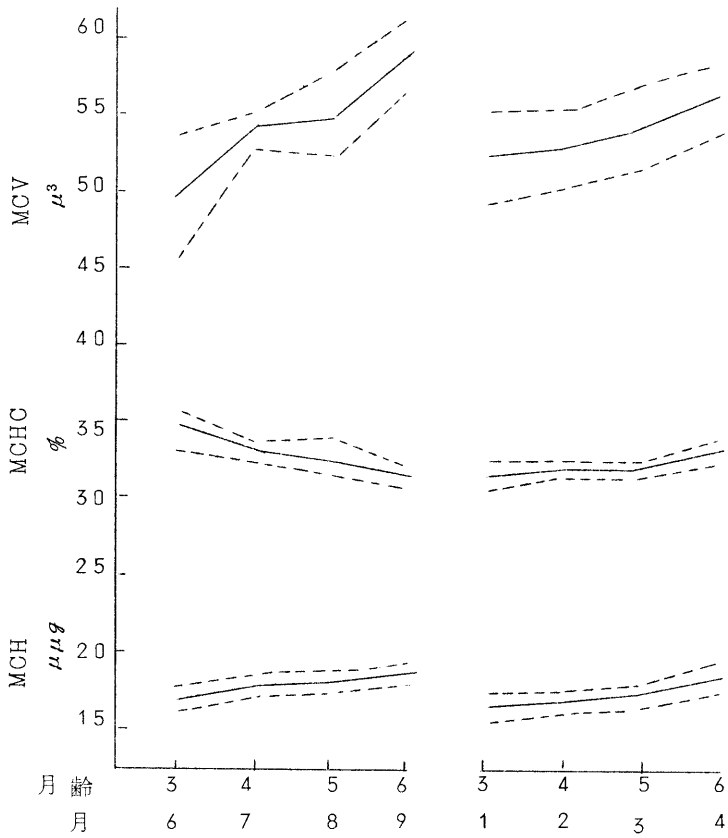
図 5. 平均気温と体重の変化



実線は8頭の平均値。破線は標準偏差の範囲を示す。

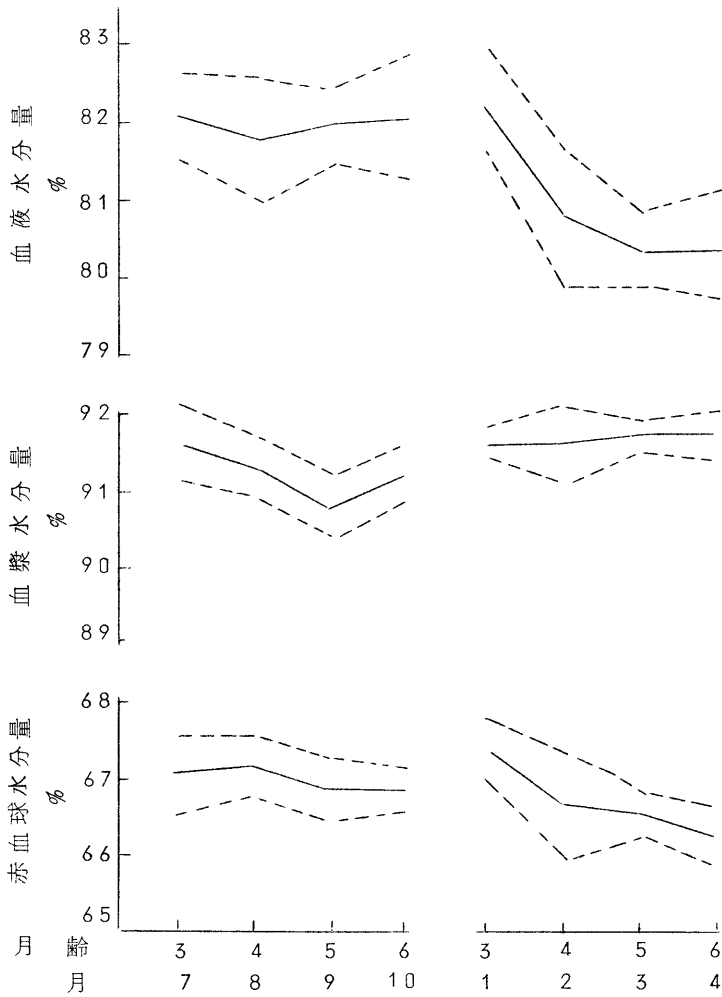
図6. Ht, Hb, 赤血球数におよぼす月齢と育成季節の影響





実線は8頭の平均値。破線は標準偏差の範囲を示す。

図7. 赤血球平均恒数におよぼす月齢と育成季節の影響



実線は8頭の平均値。破線は標準偏差の範囲を示す。

図8. 血液水分量、血漿水分量、赤血球水分量におよぼす月齢と育成季節の影響

明した。しかし制限給与と自由給与の間の差は発育のほか認められなかった。

## 2. 子豚の赤血球平均恒数の推移と貧血の影響<sup>15,21)</sup>

実験方法は II-2 と同じである。

まず、哺乳の有無が新生豚の赤血球平均恒数におよぼす影響について調べた。(表13)

初乳の哺乳によって MCV が有意に減少し ( $P < 0.01$ )、MCHC は有意に増加した。 ( $P < 0.01$ )  
しかし MCH はほとんど変化がみられなかった。一方哺乳しないものは MCV と MCHC がそれぞれわずかな減少と増加を示したが、出生時との間に有意差はなかった。また MCH はほとんど変化しなかった。なお5日齢には MCV はさらに減少したが、MCHC には変化が認められなかった。また MCH は減少傾向を示した。

次に子豚の赤血球平均恒数におよぼす日齢と貧血の影響について調べた。(表14、図9)。

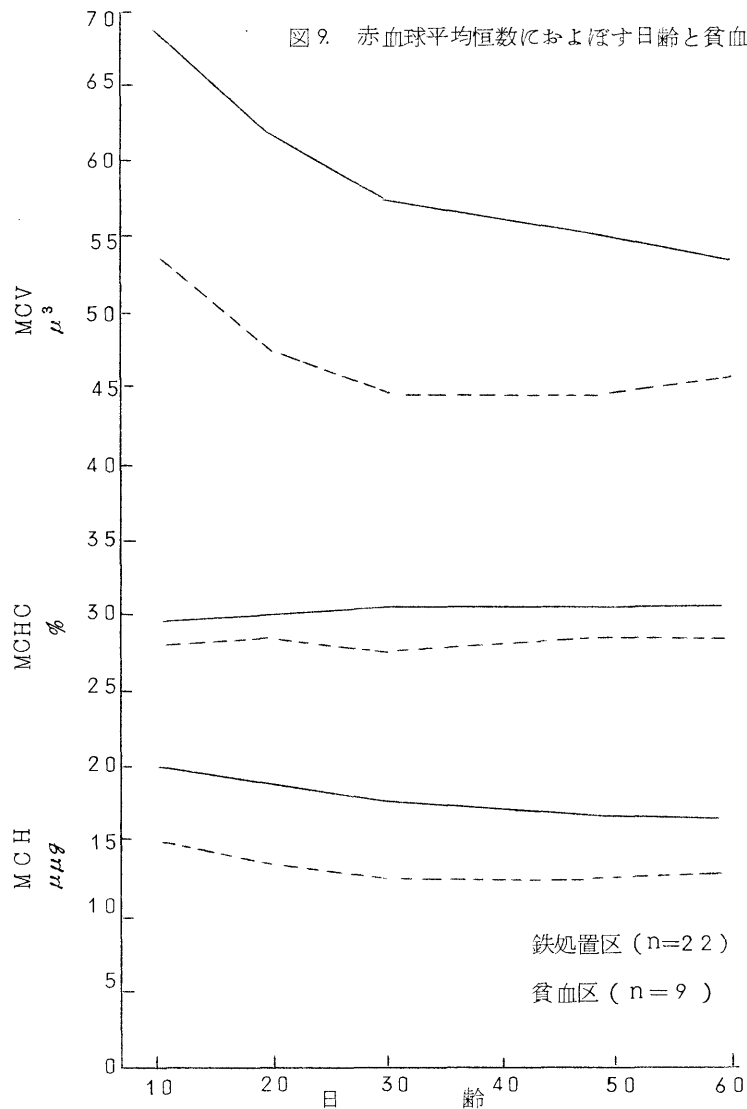


表 1 3. 新生豚の赤血球平均恒数と体重におよぼす哺乳の影響

1. 哺乳した群 ( n = 1 8 )

時 間	体 重	赤血球数	H b	H t	M C V	MCHC	M C H
出 生 時	1.17±0.27 Kg	599±21 $10^6/mm^3$	1.9±0.3 g/dl	41±1 %	68.1±1.5 $\mu^3$	29.3±0.3 %	1.99±0.4 $\mu\mu g$
哺乳後 1 2 時間	1.25±0.29	454±15	9.1±0.3	29±1	63.0±0.9	31.7±0.4	1.99±0.3

2. 哺乳しない群 ( n = 1 4 )

時 間	体 重	赤血球数	H b	H t	M C V	MCHC	M C H
出 生 時	0.85±0.27 Kg	509±24 $10^6/mm^3$	1.04±0.4 g/dl	36±1 %	70.9±1.1 $\mu^3$	29.0±0.2 %	2.06±0.3 $\mu\mu g$
出生後 1 2 時間	0.82±0.28	535±23	10.9±0.4	36±1	67.9±1.1	30.0±0.2	2.04±0.3

平均値±標準誤差

表 1 4. 体重、赤血球数、H b 量、H t におよぼす日齢と貧血の影響

日 齢	体 重		赤 血 球 数		H b		H t	
	鉄処置区	貧血区	鉄処置区	貧血区	鉄処置区	貧血区	鉄処置区	貧血区
1 0	3.5±0.1 Kg	3.9±0.1 Kg	524±11 $10^6/mm^3$	463±20 $10^6/mm^3$	10.5±0.2 g/dl	7.0±0.5 g/dl	36±1 %	25±1 %
2 0	5.6±0.2	6.0±0.2	613±14	561±26	11.2±0.3	7.7±0.6	38±1	27±2
3 0	8.8±0.2	8.9±0.2	671±17	622±32	11.7±0.2	7.7±0.6	38±1	28±2
4 0	12.2±0.3	11.8±0.3	672±19	673±21	11.4±0.3	8.5±0.5	37±1	30±1
5 0	16.0±0.4	14.7±0.7	676±16	716±17	11.2±0.2	9.2±0.5	37±1	32±1
6 0	19.6±0.5	18.2±1.0	686±12	713±13	11.2±0.2	9.3±0.4	37±1	32±1

平均値±標準誤差。 鉄処置区 n = 2 2 , 貧血区 n = 9 。

鉄処理区のMCVとMCHは日齢が進むにしたがって減少した。いっぽう貧血区のMCVは極端な減少を示し、30日齢に $45 \mu^3$ となり、以降、一定であった。両区間に全期間にわたり有意差( $P < 0.01$ )を認められた。MCHCは、鉄処理区が全期間を通じてほぼ30%で一定であったが、貧血区は10日齢から鉄処理区よりも有意に低下した( $P < 0.01$ )。MCHはMCVとほぼ平行した変化を示した。

これらに関連して骨髄の造血能を知る目的で、赤血球数減少時の網状赤血球数を調べた(図10)。

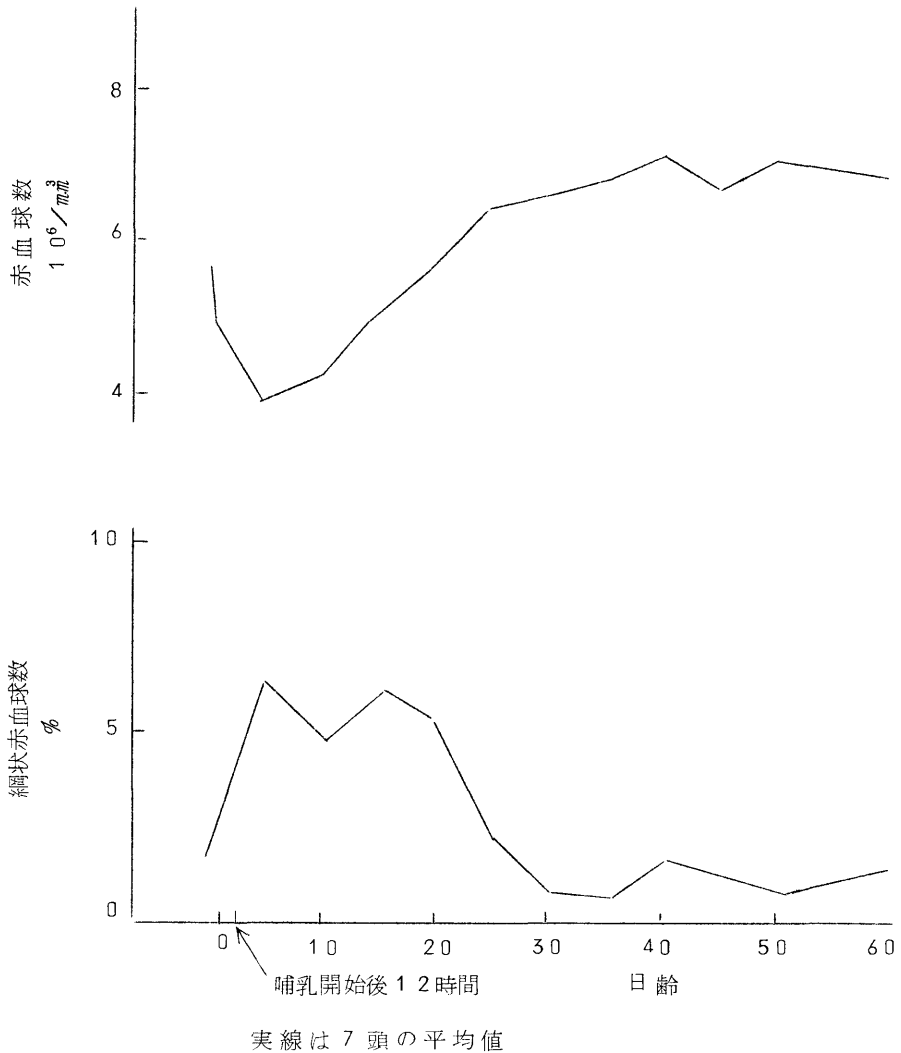


図10. 網状赤血球の推移

その結果、網状赤血球数は赤血球数の急激な減少にともない上昇し、その後赤血球数が一定水準に達したのち減少した。すなわち発育初期の急激な貧血によって骨髓の造血能が高進するものと考えられる。

これらの結果から子豚の赤血球は初乳の哺乳開始とともに小球性、正色素性の変化を起し、これが発育とともに進行することが判明した。また貧血の場合、小球性、低色素性の変化を示す。すなわち貧血豚は赤血球の形態上からも鉄欠乏の症状を示した。また網状赤血球の動態から、貧血にともなう骨髓の造血機能の高進が推測された。

## V 要 約

発育におよぼす貧血の影響を明らかにするため、子豚の貧血のメカニズムならびに発育と血液性状の関係を検討した。

1. 新生豚の損耗は、出生時のHb量が低く、かつ体重の小さいものに多かった。この死亡は3日齢以内に集中した。出生時Hb量の低いものは、体重も低い傾向にあり、Hb量の減少も大きく、貧血の影響を受けやすかった。産子数の多い腹はこの傾向が強かった。
2. Hb量の減少率と体重増加率との間に、10日齢時に $r = 0.431$  ( $n = 82$ )  $P < 0.01$ の相関が認められた。すなわち出生初期には発育がHbの減少をもたらすものと考えられる。また貧血豚の30日齢以降の増体量は明らかに低下した。

しかし発育が貧血の原因である以上、早い時期に貧血が発育に及ぼす影響を明確に知ることは困難であった。

3. 循環血液量の測定により、初乳の哺乳開始後にみられる急激な赤血球の減少は、循環血漿量の増大による血液稀釈のためであることが明らかになった。循環血漿量の増大は初乳中の免疫抗体と液体成分の急速な吸収によるものと推察される。
4. 10日齢以降の体重増加率と循環血液量の増加率はよく一致した。貧血豚は循環赤血球量が減少したが、循環血漿量の増加により、正常豚の循環血液量と余り差はなかった。正常豚の体重(Kg)当りの循環赤血球量は10日齢以降はほぼ一定であった。すなわち適正な鉄の投与により、子豚は発育に応じた赤血球生産力をもつことを示した。
5. 育成豚を用いて、赤血球平均恒数と血液水分量の生理的動揺を調べた結果、赤血球は発育にともない大球性の変化を起すこと、また育成季節によって流血中の赤血球数がことなり、冬季に赤血球数が増加し、これにともない、血液水分量が減少することが明らかとなった。
6. 子豚の赤血球平均恒数は初乳の哺乳開始とともに小球性、正色素性の変化を起し、これが発育とともに進行した。また貧血により小球性、低色素性の鉄欠乏症状を示した。さらに網状赤血球の動態から、発育初期の急激な貧血により骨髓の造血機能の高進が推測された。

稿を終るにあたり、御指導をいただいた畜産試験場生理部 辰己 博部長ならびに戸原三郎室長に深く感謝の意を表す。また御協力をいただいた育種部 姫野健太郎室長および結果のとりまとめを御指導いただいた企画連絡室、田中俊資料科長に深く感謝の意を表す。

引 用 文 献

- 1) McGowan, J.P. and A.Crichton: *Biochem. J.*, 17, 204 (1923)
- 2) McGowan, J.P. and A.Crichton: *Biochem. J.*, 18, 265 (1924)
- 3) Bartko, P.: *Vet. Med (Prague)* 37, 245 (1964)
- 4) Miller, E.R.: Report of Swine Research from the Michigan State University, Agricultural Experiment Station, East Lansing, Michigan. P 38 (1969)
- 5) Pond, W.G., T.L.Veum and V.A.Lazer: *J. Anim. Sci.*, 24, 668 (1965)
- 6) 古郡 浩・戸原三郎: 畜試研報, 21, 35 (1969)
- 7) 農林水産技術会議事務局編: 繁殖豚飼育技術大系, 農林統計協会, 東京・P67 (1966)
- 8) Curtis, S.E.: *J. Anim. Sci.*, 31, 576 (1970)
- 9) Orr, D.E., D.J.Ellis, H.Kitchen, A.L.Trapp, D.E.Ullrey and E.R.Miller: *J. Anim. Sci.*, 31, 1026, abstr (1970)
- 10) 中山健太郎: 臨床血液, 1, 236 (1964)
- 11) Miller, E.R., D.E. Ullrey, Inge Ackermann, D.A.Schmidt, R.W.Luecke and J.A.Hoefler: *J. Anim. Sci.*, 20, 890 (1961)
- 12) Moore, R.W., H.W.Redmond and C.W.Livingston: *J.A.V.M.A.*, 147, 746 (1965)
- 13) 古郡 浩・戸原三郎: 日本養豚研究会誌, 投稿予定
- 14) Tollerz, G., and N.Lannek: *Nature.*, 201, 846 (1964)
- 15) 古郡 浩・戸原三郎: 畜試研報, 24 (1971) 投稿中
- 16) Gregerson, M.I.and R.A.Rawson: *Physiol. Rev.*, 39, 307 (1959)
- 17) 姫野健太郎・長野鎌太郎・茂木一重・阿部恒夫・細田達雄: 日畜会報, 40, 436 (1969)
- 18) Schalm, O.W.: *Veterinary Hematology*, Lea and Febiger, Philadelphia. P 278 (1965)
- 19) Talbot, R.B. and M.J.Swenson: *Am. J. Vet. Res.*, 24, 39 (1963)
- 20) 古郡 浩・石井忠雄・戸原三郎: 畜試研報, 19, 69 (1969)
- 21) 古郡 浩・石井忠雄・戸原三郎: 畜試研報, 16, 51 (1968)