アミノ酸添加低蛋白質飼料の給与による肉豚 における窒素排泄量の低減

古谷 修・渡部正樹*・阿部博行*・清水俊郎*・大門博之**

佐藤圭子***・今田哲雄***・佐藤金一***

農林水産省畜産試験場, 茨城県茅崎町 305

* 宮城県畜産試験場, 宮城県岩出山町 989-64

** 秋田県畜産試験場, 秋田県神岡町 019-17

*** 山形県立養豚試験場, 山形県酒田市 998-01

(1996年10月20日受付)

要 約 子豚 64 頭を供試して, 育成期 (体重 30-70 kg) および肥育期 (体重 70-105 kg) におけるアミノ酸添加低蛋白質飼料の給与が窒素排泄量に及ぼす効果を調べた。供試飼料は標準的な粗蛋白質 (CP) 含量の飼料, これより CP を 4% 単位低下させ, リジンおよびトレオニンを添加した飼料ならびにアミノ酸無添加の低 CP 飼料であった。体内への窒素の蓄積量は日本飼養標準・豚 (1993 年版) に示された数式により推定し, 糞および尿への窒素排泄量は, 窒素の摂取量, 吸収量および蓄積量から算出した。

育成期においてはアミノ酸添加低 CP 飼料を給与した豚の 1 日増体量および飼料要求率は標準 CP 飼料給与の場合と変わらなかったが, 肥育期の発育成績は標準 CP 飼料に及ばなかった。アミノ酸無添加の低 CP 飼料の発育成績は育成期および肥育期とも著しく劣った。

尿中への窒素排泄量は, 低 CP 飼料を給与した場合に, アミノ酸添加の有無にかかわらず, 標準 CP 飼料に比較して少なくなった。アミノ酸添加 CP 飼料の平均尿中窒素排泄量は, 標準 CP 飼料に比較して, 育成期および肥育期でそれぞれ, 63% および 68% と著しく低減された。糞中への窒素排泄量は尿中排泄量の場合ほどの差異はなかったが, 同様の傾向が認められた。

結 言

わが国における家畜糞尿の排泄量はすでに農地の受容能力の限界に達したと推定されており, 家畜の飼養頭数には地域的な偏りがあるため, 地域によっては適正水準の 3~4 倍にもなっている¹⁾。このような状況下で, 今後畜産が持続的に発展するには, 単に家畜排泄物の処理, 利用といった従来型の研究だけではなく, 排泄量そのもの

を低減させるための新たな研究への取り組みが必要である。排泄物は糞と尿に大別できるが, 糞尿処理ではなくに液分の処理が問題となっており, 栄養的制御により尿量および尿成分の主体である窒素の排泄量を減らすことができれば, この問題解決に大きく寄与するものと考えられる。窒素の排泄量は, 粗蛋白質 (CP) 含量を低めた飼料に不足するアミノ酸を添加して, アミノ酸バランスを改善することによって低減されることはわかっている

Reduction of Nitrogen Excretion of Growing-finishing Pigs by Feeding Reduced Protein, Amino acid-supplemented Diets

S. FURUYA, M. WATANABE*, H. ABE*, T. SHIMIZU*, H. DAIMON**, K. SATO***, T. KONTA*** and K. SATO***
National Institute of Animal Industry, Kunitzaki-machi, Ibaraki-ken 305

* Miyagi Prefectural Animal Industry Experiment Station, Iwadeyama-cho, Miyagi-ken 989-64

** Akita Prefectural Experiment Station of Animal Industry, Kamioka-cho, Akita-ken 019-17

*** Yamagata Prefectural Experiment Station of Swine Husbandry, Sakata-shi 998-01

るが²⁾、豚の実際の飼養条件下でこれを明らかにした研究は少ない。わが国においても、低蛋白質飼料へのアミノ酸添加の試みは多く見られる^{3~5)}が、これは主として飼料費の低減を目的としたもので、窒素の排泄量については調べていない。

本研究は、育成および肥育飼料のCP含量を低減させ、そこで不足するアミノ酸を添加した飼料を自由摂取の条件下で給与し、発育および窒素排泄量の低減効果を調べたもので、宮城、秋田および山形の3県の共同研究として実施した。

材料および方法

1. 供試豚と飼育条件

体重約30kgから約70kgまでを育成期、その後体重約105kgまでを肥育期として、各県の試験場において自由摂取の条件で飼育した。宮城と山形では、表1あるいは表2に示した3種類の飼料、すなわち、標準飼料、アミノ酸添加低蛋白質飼料および低蛋白質飼料を用いたが、秋田においては低蛋白質飼料を除く2種類を供試し

た。供試豚は、宮城はLD交雑種をそれぞれの飼料区で6頭（去勢雄3頭、雌3頭）、秋田および山形はLWD交雑種を用い、それぞれ1飼料区で8頭（去勢雄4頭、雌4頭）および10頭（去勢雄7頭、雌3頭）であった。また、宮城、山形では単飼としたが、秋田では性別に4頭ずつの群飼とした。体重70kgの時点では供試豚の組替えは行わず、そのまま同じ飼料区分の肥育期用飼料を与えた。試験期間中は、飼料摂取量と体重を定期的に測定し、体重が約105kgに到達した時点で屠殺し、枝肉の背脂肪厚を測定した。

2. 供試飼料

育成期に供試した飼料の配合割合および成分組成を表1に、また、肥育期に供試した飼料については表2に示した。このうち、標準飼料は育成期および肥育期においてはほぼ標準的な成分組成をもつもので、低蛋白質飼料はこれよりCP含量として約4%低くしたものである。なお、成分組成は、日本標準飼料成分表²⁾に基づいて配合割合から算出した計算値である。日本飼養標準・豚（1993年版）によると、養豚飼料で比較的欠乏しやすい

表 1. 供試飼料の配合割合および成分組成（育成期）

	宮 城 お よ び 秋 田			山 形		
	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質飼料	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質飼料
配合割合(%)						
トウモロコシ	36.35	41.54	41.75	34.65	40.24	40.45
マイロ	36.35	41.53	41.75	34.65	40.23	40.45
大豆粕	16.8	6.0	6.0	20.20	8.6	8.6
フスマ	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
魚 粉(60%)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
炭酸カルシウム	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
第二リン酸カルシウム	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
食 塩	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
プレミックス*	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
リジン塩酸塩	—	0.38	—	—	0.38	—
トレオニン	—	0.05	—	—	0.05	—
成分組成(%)**						
TDN	75.6	76.3	76.6	75.2	76.3	76.2
CP	16.0	12.3	12.0	17.3	13.3	13.0
DCP	13.1	9.8	9.5	14.3	10.7	10.4
リジン	0.74	0.75	0.45	0.83	0.82	0.52
メチオニン+シスチン	0.47	0.37	0.37	0.53	0.40	0.40
トレオニン	0.56	0.45	0.40	0.61	0.49	0.44
トリプトファン	0.20	0.14	0.14	0.22	0.16	0.16

* 市販のビタミン・ミネラル混合物

** 飼料原料の配合割合と日本標準飼料成分表²⁾による計算値

表 2. 供試飼料の配合割合および成分組成 (肥育期)

	宮 城 お よ び 秋 田			山 形		
	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質飼料	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質飼料
配合割合(%)						
トウモロコシ	39.05	44.28	44.45	37.80	43.13	43.55
マイロ	39.05	44.27	44.45	37.80	43.12	43.55
大豆粕	11.4	0.6	0.6	14.8	3.1	3.1
フスマ	7.0	7.0	7.0	6.3	7.0	7.0
魚 粉(60%)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
炭酸カルシウム	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
第二リン酸カルシウム	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
食 塩	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
プレミックス*	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2
リジン塩酸塩	—	0.33	—	—	0.33	—
トレオニン	—	0.02	—	—	0.02	—
成分組成(%)**						
TDN	76.1	77.0	77.2	76.0	77.0	77.0
CP	14.0	10.3	10.0	15.3	11.2	10.9
DCP	11.3	8.0	7.7	12.4	8.8	8.5
リジン	0.59	0.56	0.30	0.69	0.64	0.37
メチオニン+シスチン	0.42	0.32	0.32	0.46	0.35	0.35
トレオニン	0.48	0.34	0.32	0.53	0.38	0.36
トリプトファン	0.17	0.11	0.11	0.19	0.13	0.13

* 市販のビタミン・ミネラル混合物

** 飼料原料の配合割合と日本標準飼料成分表²⁾による計算値

アミノ酸であるリジン, 含硫アミノ酸 (メチオニン+シスチン), トレオニンおよびトリプトファンの育成期 (体重 30~70 kg) の要求量は, それぞれ, 0.75, 0.38, 0.45 および 0.11% であり, また, 肥育期 (体重 70~110 kg) の要求量は, それぞれ, 0.56, 0.28, 0.34 および 0.08 となっている。これを, 表 1 および 2 に示されたアミノ酸含量と比較すると, 宮城および秋田で供試した表 1 の標準飼料では, 育成期のリジン含量が 0.74% と要求量の 0.75% より 0.01% だけ少ない以外は要求量を満足しているが, この標準飼料よりも CP 含量を 4% 低めた低蛋白質飼料では, 育成期および肥育期ともリジンおよびトレオニンが不足する。そこで, これらの不足するアミノ酸を要求量を満足するまで添加したアミノ酸添加低蛋白質飼料を調製して供試した。また, 山形で供試した飼料では, CP 含量を宮城および秋田の飼料よりも育成期, 肥育期ともに約 1.2% 高くし, 標準飼料およびアミノ酸添加低蛋白質飼料のアミノ酸含量が要求量に対して余裕をもって含まれるようにした。

3. 糞尿への窒素排泄量の推定方法および統計処理

尿への窒素排泄量は, 一般的には全尿採取による窒素出納試験で測定するが, 本実験は一般豚房で, 飼料は自由摂取の条件で実施しているため, 全尿採取は不可能である。そこで, 日本飼養標準・豚²⁾で示された数式により体内窒素蓄積量を推定し, これを窒素吸収量から差し引いて尿中窒素排泄量を算出した。窒素摂取量は飼料摂取量と表 1 および 2 に示した CP 含量から, また, 窒素吸収量は飼料摂取量と可消化粗蛋白質 (DCP) 含量から算出した。

糞中への窒素排泄量 (g)

$$= \text{飼料摂取量 (g)} \times (\text{CP}(\%) - \text{DCP}(\%)) / 100 / 6.25$$

開始時体内窒素蓄積量 (g)

$$= 0.1515 \times \text{開始時体重 (kg)}^{0.9846} \times 1000 / 6.25 \quad (1)$$

終了時体内窒素蓄積量 (g)

$$= 0.1515 \times \text{終了時体重 (kg)}^{0.9846} \times 1000 / 6.25 \quad (2)$$

$$\text{試験期間中の体内窒素蓄積量 (g)} = (2) - (1) \quad (3)$$

窒素吸収量 (g)

$$= \text{飼料摂取量 (g)} \times \text{DCP}(\%) / 100 / 6.25 \quad (4)$$

$$\text{尿中への窒素排泄量 (g)} = (4) - (3)$$

処理区間の有意差の検定は t-検定⁶⁾で行ったが、秋田の場合は群飼であったため 1 日増体量および背脂肪厚のみ統計処理を行った。

結果および考察

1. 発育成績

育成期および肥育期における結果をそれぞれ表 3 および表 4 にまとめて示した。

育成期の 1 日増体量、1 日飼料摂取量および飼料要求率は、標準飼料と蛋白質含量を約 4% 減らし、不足するアミノ酸を添加したアミノ酸添加低蛋白質飼料ではいずれの県の成績とも有意差は認められなかった。一方、低蛋白質でアミノ酸添加しない飼料を給与した場合、1 日増体量は宮城、山形とも明らかに劣り、また、飼料要求率は宮城で標準飼料あるいはアミノ酸添加低蛋白質飼料に比較して有意に劣った。肥育期においては、アミノ酸添加低蛋白質飼料において 1 日増体量、1 日飼料摂取量および飼料要求率は劣り、宮城および秋田の 1 日増体量、宮城の飼料要求率においては標準飼料との間に有意差が認められた。低蛋白質飼料を給与した場合の 1 日増体量、1 日飼料摂取量および飼料要求率は、標準飼料およびアミノ酸添加低蛋白質飼料の場合に比較して著しく劣った。

飼料として摂取された蛋白質はアミノ酸にまで分解されて体内で利用される。したがって、動物が必要とする

のは蛋白質そのものではなく、個々のアミノ酸である。現行の日本飼養標準ではこの考え方にに基づき、アミノ酸中心の飼料設計を重視している。飼料中の CP 含量はどうであれ、個々の必須アミノ酸の要求量および可欠アミノ酸を含めたアミノ酸総量としての要求量が満たされていればよい。本実験の育成期においては、CP 含量を約 4% 減らしても、それによって欠乏すると考えられるリジンおよびトレオニンを要求量以上添加すれば、発育成績は標準飼料とほとんど変わらないという結果を得た。このことはアミノ酸中心の飼料設計の正しさを裏付けたものであり、低蛋白質飼料でもアミノ酸を添加すれば発育に大きな差がないとする従来^{3-5,7-9)}の報告と一致している。

しかしながら、宮城および秋田の肥育期の実験においては、低蛋白質飼料にアミノ酸を添加しても標準飼料と同等の発育成績は得られなかった。また、CP 含量を約 1.3% 高めた山形の場合も、有意差は認められなかったが同様の傾向が認められた。市川らも肥育後期におけるアミノ酸添加低蛋白質飼料での発育遅延を報告している³⁾。この理由としていくつか考えられる。日本飼養標準・豚では、体重 70~110 kg の 1 日増体量を 850 g と想定しており、これに基づき養分要求量を表示している。ところが、本実験の供試豚はいずれの県においても系統造成豚で、発育が標準よりも速いが、この場合にはアミノ酸要求量も高まることが知られている。1 日増体量が

表 3. 発育と糞および尿への窒素排泄量（育成期，体重 30~70 kg）

	宮 城			秋 田		山 形		
	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質 飼料	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質 飼料
1 日増体量(g)	917 ^a	926 ^a	707 ^b	876	843	816 ^a	807 ^a	702 ^b
1 日飼料摂取量(kg)	2.56	2.72	2.54	3.04	2.54	2.40	2.35	2.28
飼料要求率	2.80 ^a	2.94 ^a	3.62 ^b	3.47	3.01	2.92	3.01	3.20
窒素出納*								
摂取量(g)	2,785 ^{ab}	2,303 ^a	2,626 ^b	3,262	2,446	3,242 ^a	2,681 ^b	2,610 ^b
吸収量(g)	2,280 ^{ab}	1,836 ^a	2,080 ^b	2,671	1,948	2,680 ^a	2,156 ^b	2,088 ^b
蓄積量(g)	872	892	851	826	931	905	952	897
糞(g)	505 ^{ab}	467 ^a	546 ^b	591	498	562	524	522
糞(指数)	100	92	108	100	84	100	93	93
尿(g)	1,408 ^a	944 ^b	1,229 ^a	1,845	1,017	1,770 ^a	1,204 ^b	1,191 ^b
尿(指数)	100	67	87	100	55	100	68	67
糞尿(g)	1,913 ^a	1,411 ^b	1,775 ^a	2,436	1,515	2,333 ^a	1,728 ^b	1,713 ^b
糞尿(指数)	100	74	93	100	62	100	74	73

* 試験期間中の総量

a, b, c 同県，同一行で異符号間に有意差(P<0.05)，秋田は群飼であったため 1 日増体量のみ統計処理を行った

表 4. 発育, 糞尿への窒素排泄量および背脂肪厚 (肥育期, 体重 70~105 kg)

	宮 城			秋 田		山 形		
	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質 飼料	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	標準飼料	アミノ酸添加 低蛋白質飼料	低蛋白質 飼料
1日増体量(g)	1,042 ^a	881 ^b	589 ^c	932 ^a	772 ^b	871 ^a	779 ^a	655 ^b
1日飼料摂取量(kg)	3.57 ^a	3.44 ^a	2.89 ^b	4.07	3.97	3.33	3.20	3.01
飼料要求率	3.44 ^a	3.89 ^b	5.01 ^c	4.37	5.14	3.85 ^a	4.13 ^a	4.65 ^b
窒素出納*								
摂取量(g)	2,690 ^a	2,223 ^b	2,444 ^{ab}	3,794	3,078	3,347 ^a	2,549 ^b	2,768 ^a
吸収量(g)	2,171 ^a	1,727 ^b	1,882 ^b	3,063	2,391	2,712 ^a	2,003 ^b	2,160 ^b
蓄積量(g)	775	773	691	861	813	794	771	770
糞(g)	519	496	562	731	687	635	547	610
糞(指数)	100	96	108	100	94	100	86	96
尿(g)	1,396 ^a	954 ^b	1,191 ^c	2,202	1,578	1,926 ^a	1,232 ^b	1,389 ^b
尿(指数)	100	68	85	100	72	100	64	72
糞尿(g)	1,915 ^a	1,450 ^b	1,753 ^a	2,933	2,265	2,561 ^a	1,778 ^b	1,999 ^b
糞尿(指数)	100	76	92	100	77	100	69	78
背脂肪厚(cm)	3.23	3.37	3.16	2.73 ^a	3.25 ^b	2.94	3.15	3.22

* 試験期間中の総量

a, b, c 同県, 同一行で異符号間に有意差 (P<0.05), 秋田は群飼であったため1日増体量および背脂肪厚のみ統計処理を行った

850 g ではリジンの要求量は 0.56% であるが, 1000 g では 0.60% に高める必要がある²⁾。宮城の場合のように, 1日増体量が 1,000 g 以上の発育能力をもった豚に対しては, 本実験で供試したアミノ酸添加低蛋白質飼料ではリジンが不足していたことが考えられる。なお, 山形の場合は, 1日増体量は標準飼料でも 871 g とそれほど多くなく, また, リジン含量も宮城, 秋田の場合に比較して高かったため, 以上のことでは説明できない。つぎに, リジン以外の必須アミノ酸が不足していた可能性もある。標準飼料のアミノ酸はリジン以外は要求量よりかなり多く含まれていたため不足は考えられないが, アミノ酸添加低蛋白質飼料では, 含硫アミノ酸, トレオニン, トリプトファンとも要求量に近い含量しか含まれていない。とくに, トレオニンは低蛋白質飼料にすると欠乏するため, 結晶アミノ酸として要求量を満足するように添加したが, この要求量も1日増体量を 850 g と想定したものである。また, 飼料中の含硫アミノ酸およびトリプトファン含量は要求量よりも多かったが, この数値は日本標準飼料成分表による計算値であり, 原料内の変動を考えるとこれらのアミノ酸の要求量が実際には満たされていなかった可能性もある。さらに, リジン以外のアミノ酸の要求量はリジンの要求量に基づき, アイディアール・プロテイン¹⁰⁾ のアミノ酸バランスから算出されて

いるが, 現行の比率には問題のあることが指摘されている。たとえば, トレオニンの要求量はリジン要求量の 60%¹⁰⁾ とされているが, 60% よりも多いとする報告がみられる^{11, 12)}。また, 最近, 肥育豚のトレオニン, トリプトファンおよび含硫アミノ酸のリジンに対する比率は従来考えられていたよりも高いとする報告がある^{13, 14)}。もしこれらが正しいとすれば, 本実験で供試したアミノ酸添加低蛋白質飼料においてはリジン以外のアミノ酸が欠乏していた可能性もある。なお, 標準飼料とアミノ酸添加低蛋白質飼料の違いは, 大豆粕の配合割合が大きく異なることと, リジン塩酸塩およびトレオニンの添加の有無であり, これらが飼料の嗜好性に影響を及ぼした可能性も考えられるが, 育成期では飼料摂取量および発育とも差が認められなかったのでこの可能性は否定されよう。

以上, 肥育期において標準飼料とアミノ酸添加低蛋白質飼料で発育成績に差が出た原因について, いくつかの可能性を考察した。実際の飼料設計に当たっては, 日本飼養標準に示された方式により発育能力に応じてアミノ酸要求量を算出することが重要であり, これに加えて, 飼料原料のアミノ酸含量には変動があり, また, アイディアール・プロテインのアミノ酸バランスが確定されたものではないことを考慮し, 10~15% 程度の安全率を見

込むことが無難と考えられる。

2. 窒素の排泄量

アミノ酸添加低蛋白質飼料の給与では、標準飼料の場合に比較して糞および尿中への窒素の排泄量が低減された。育成期の結果では、糞への窒素排泄量は宮城、秋田および山形で標準飼料給与の場合に比較してそれぞれ 92, 84 および 93% となった (表 3)。飼料中の CP 含量を 4% 減らした低蛋白質飼料では、標準飼料に比較して CP の摂取量は約 75% に減ったが、糞への排泄量はそれほど低減されなかった。これは、糞中に排泄される窒素には飼料に直接由来しない代謝性窒素が含まれるからである。尿中への窒素排泄量は、糞中への排泄量の 2~3 倍と多いが、アミノ酸添加低蛋白質飼料の給与でいずれの県の実験でも標準飼料の場合に比較して低減され、とくに秋田では 55% にまで減り、3 県の平均では 63% となった。また、糞尿への窒素排泄量の総量でも、3 県平均で 70% に低減された。アミノ酸添加しない低蛋白質飼料の場合も、アミノ酸添加低蛋白質飼料の場合と同様の窒素排泄量低減効果が認められたが、宮城の場合は糞中窒素排泄量は標準飼料の場合の 108% と多く、尿中への排泄量も大幅な低減効果はみられなかった。宮城の低蛋白質飼料の場合に窒素排泄量低減効果が大きくなかった理由として、低蛋白質飼料の増体が標準飼料およびアミノ酸添加低蛋白質飼料の場合に比較して著しく低く、そのため飼育期間も長くなり、代謝性および内因性窒素の割合が多くなったことが考えられる。

肥育期の糞および尿への窒素排泄量の結果が表 4 に示されているが、基本的な傾向は育成期の場合と同様であった。アミノ酸添加低蛋白質飼料を給与した場合の糞および尿への窒素排泄量は、3 県の平均で、標準飼料のそれぞれ 92 および 68% となり、また、糞尿の窒素排泄量の総量は 74% に低減された。

3. 背脂肪の厚さ

飼料の低蛋白質化によって窒素の排泄量を低減させる場合、それによって生産性とともに肉質が低下しないことが前提になる。そこで、肉質評価の指標の一つとして背脂肪厚を測定した。表 4 にその結果を示したが、アミノ酸添加低蛋白質飼料では標準飼料に比較して背脂肪が厚くなり、秋田では有意差が認められた。一般に蛋白質

(アミノ酸) が不足した条件で飼育すると背脂肪が厚くなることが知られている。本実験の肥育期においても、すでに述べたようにアミノ酸添加低蛋白質飼料ではいずれかの必須アミノ酸が不足したため、発育が劣るとともに背脂肪が厚くなったものと考えられる。Kerr らはアミノ酸添加低蛋白質飼料は正味エネルギー価が高く、そのため余剰のエネルギーが脂肪蓄積にまわるとしている⁹⁾。低蛋白質飼料であっても不足するアミノ酸を添加すれば背脂肪厚には差がないとする報告³⁾もあり、アミノ酸添加低蛋白質飼料と背脂肪厚の関係についてはさらに検討が必要である。

文 献

- 1) 西尾道徳：平成 3 年度家畜ふん尿処理利用研究会資料, 1-12, 草地試験場・畜産試験場, 1991.
- 2) 農林水産技術会議事務局：日本飼養標準・豚, 中央畜産会, 東京, 1993.
- 3) 市川 明・玉田成甫・高橋 努：愛知農総試験報, **13**, 347-354, 1981.
- 4) 隈元啓佑・梅本栄一・小山 昇：神奈川畜試研報, **71**, 87-97, 1981.
- 5) 梅本栄一・小山 昇・池田勝俊, 日豚研誌, **20**, 97, 1983.
- 6) 吉田 実：畜産を中心とする実験計画法, 59-66, 養賢堂, 東京, 1975.
- 7) EASTER, R.A., and D.H. BAKER : J. Anim. Sci., **50**, 467-471, 1980.
- 8) RUSSELL, L.E., G.L. CROMWELL and T.S. STAHLY : J. Anim. Sci., **56**, 1115-1123, 1983.
- 9) KERR, B.J., F.K. McKeith and R.A. Easter : J. Anim. Sci., **73**, 433-440, 1995.
- 10) ARC : The Nutrient Requirements of Pigs, Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England, 1981.
- 11) WANG, T.C., and M.F. FULLER : Br. J. Nutr., **62**, 77-89, 1989.
- 12) WANG, T.C., and M.F. FULLER : Anim. Prod., **50**, 155-164, 1990.
- 13) BAKER, D.H., and T.K. CHUNG : BioKyowa Tech. Rev. Vol. 4. Nutri-Quest, Chesterfield, MO, USA, 1992.
- 14) HAHN, J.D., and D.H. BAKER : J. Anim. Sci., **73**, 482-489, 1995.

Reduction of Nitrogen Excretion of Growing-finishing Pigs by Feeding Reduced Protein, Amino acid-supplemented Diets

Shu FURUYA, Masaki WATANABE*, Hiroyuki ABE*, Tosio SHIMIZU*,
Hiroyuki DAIMON**, Keiko SATO***, Tetsuo KONTA***
and Kinichi SATO***

National Institute of Animal Industry, Kukizaki-machi, Ibaraki-ken 305

* Miyagi Prefectural Animal Industry Experiment Station,
Iwadeyama-cho, Miyagi-ken 989-64

** Akita Prefectural Experiment Station of Animal Industry,
Kamioka-cho, Akita-ken 019-17

*** Yamagata Prefectural Experiment Station of Swine
Husbandry, Sakata-shi 998-01

Sixty-four pigs were used to determine the effect of feeding reduced crude protein (CP), amino acid (AA)-supplemented diets on nitrogen excretion during growing (30 to 70kg BW) and finishing (70 to 105 kg BW) period. Pigs were fed either diets containing standard CP, or diets reduced in CP by 4% units with or without lysine and threonine supplementation. The amounts of nitrogen retention were estimated by the equations shown in Japanese Feeding Standard for Swine (1993), and fecal and urinary nitrogen excretions were calculated on the intake, absorption and retention of nitrogen.

During the growing period, daily gain and feed conversion were similar between pigs fed the AA-supplemented low-CP diets and those fed the standard-CP diets, but during the finishing period AA supplementation of the low-CP diet failed to improve growth performance to the levels attained by pigs fed the standard-CP diets. Reduction of dietary CP without AA supplementation dramatically reduced pig growth performance in the both periods.

Feeding reduced dietary CP, regardless of AA supplementation, resulted in reduced urinary nitrogen excretion compared with feeding the standard-CP diets. The average amount of urinary nitrogen excretion for pigs fed the AA-supplemented low-CP diets was 63% and 68% of that for pigs fed the standard-CP diets in growing period and finishing period, respectively. Fecal nitrogen excretion showed to be similar in pattern to that of urinary one except that the differences were less pronounced.

Jpn. J. Swine Science, **34**, 1 : 15-21

Key words : pigs, nitrogen excretion, low protein diet, lysine, amino acids