

雛の肝臓核酸，血漿アミノ酸におよぼすクエン酸アンモニウムの影響

著者	富田 裕一郎，武元 和郎，荒武 正則，林 国興
雑誌名	鹿児島大学農学部學術報告=Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University
巻	28
ページ	191-198
別言語のタイトル	The Effects of Diammonium Citrate on Liver Nucleic Acids and Plasma Amino Acids in the Chicks
URL	http://hdl.handle.net/10232/2453

雛の肝臓核酸，血漿アミノ酸におよぼす クエン酸アンモニウムの影響

富田 裕一郎・武元 和郎*
荒武 正則**・林 国興

(昭和52年8月29日 受理)

The Effects of Diammonium Citrate on Liver Nucleic Acids and Plasma Amino Acids in the Chicks

Yūichirō TOMITA, Kazuro TAKEMOTO, Masanori ARATAKE
and Kunioki HAYASHI

(Laboratory of Animal Nutrition)

緒 言

前報¹⁷⁾で，大豆蛋白質を唯一の蛋白質源として調製した粗蛋白質量 (C. P.) 10% の低蛋白質飼料にクエン酸二アンモニウム (DAC) を，C. P. 換算 1.0% に相当する 1.29% 添加した飼料を雛に給与すると，0.65% および 1.94% 添加した区より増体がやや優れることを認めた。本報では，この 1.29% DAC 添加区を中心として実験を遂行したが，同時に可欠アミノ酸の中で利用性の高いものの一つと云われる L-グルタミン酸 (Glu)¹⁵⁾ を単独あるいは DAC と混合添加して雛の生育におよぼす影響について検討した。また，2週間にわたる市販飼料あるいは DAC 添加飼料による予備飼育の生育に及ぼす影響についても比較検討した。実験飼育終了後，前報¹⁷⁾ で測定した肝臓および血中成分以外に肝臓中の核酸量，グルタミン酸・オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT) 活性および血漿アミノ酸パターンについても検討を加えた。

材 料 と 方 法

1. 供試動物および飼養条件

供試飼料および予備飼育以外は前報¹⁷⁾ に記載の要領で行なった。

本研究の一部は昭和51年度西日本畜産学会大会 (第27回)，那覇市において発表した。

* 日本配合飼料株式会社，横浜市：Nippon Formula Feed Manufacturing Co., Yokohama.

** 宮崎県総合農業試験場酪農支場，西諸郡郡高原町 Miyazaki Agricultural Experiment Station, Blanch of Dairy Research, Nishimorokata gun, Miyazakiken.

1) 実験-1. 市販飼料で14日間予備飼育した体重の近似する雄雛40羽を選抜し，1群5羽，1区2群よりなる次の4区を設けた。基礎飼料 (Table 1) を給与する対照区，これに 1.29% DAC (C. P. 換算 1.0%) 添加した区，Glu を 1.68% (C. P. 1.0%) 添加した区および DAC と Glu を 1.29% と 1.69% それぞれ添加した DAC・Glu 区の4区である。試験飼料給与期間は26日令までの12日間である。

2) 実験-2. 市販飼料で7日間，引続き基礎飼料に 1.94% の DAC (C. P. 1.5%) を添加した順馳飼料で7日間予備飼育し，実験-1と同様次の4区を設定した。すなわち，基礎飼料給与の対照区，これに DAC を 0.65, 1.29 および 1.94% 添加した区の4区である。試験期間は26日令までの12日間とした。

3) 実験-3. 実験-2と同一要領で予備飼育を行なったが，市販飼料で6日，DAC を添加した順馳飼料で6日と各1日ずつ日数を短縮し12日令の雛を供試した。試験区は1.0% の C. P. 相当量の DAC を添加した 129% DAC 区のみで対照区と比較し15日間試験した。

2. 供試飼料，飼料摂取量および体重測定

基礎飼料および DAC, Glu 添加飼料の組成を Table 1 に示した。基礎飼料は唯一の窒素源として前報¹⁷⁾ 同様大豆蛋白質を用い，C. P. 量として 10% の低蛋白質飼料である。各実験飼料は DAC あるいは Glu を加え，コーンスターチ量と置き換えた。従って，実験飼料の窒素量は基礎飼料より大で，同一量ではない。

飼料および飲水は不断給与を行ない，飼料摂取量は毎日，体重は3日毎に測定した。

Table 1. Composition of basal and experimental diets (%)

Diet Group	Basal Control	Experiment						
		Expt. 1.		Expt. 2.			Expt. 3.	
		1.68% Glu	1.29% DAC	DAC Glu	0.65% DAC	1.29% DAC	1.94% DAC	1.29% DAC
Constituents								
Isolated soy protein*1	12.32	12.31	12.31	12.31	12.31	12.31	12.31	12.31
DAC*2, added	—	—	1.29	1.29	0.65	1.29	1.94	1.29
added C. P. % (N×6.25)	—	—	1.0	1.0	0.5	1.0	1.5	1.0
Glu*3 added	—	1.68	—	1.68	—	—	—	—
added C. P. % (N×6.25)	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—
Soy bean oil*1	9.00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Mineral mix*1	6.00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Vitamin mix*1	2.00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Vitamin A, D ₃ *1	1.00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Choline-HCl	0.40	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Cellulose	3.00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Sucrose	10.00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Corn starch	56.28	54.60	54.99	53.31	55.63	54.99	54.34	54.99

*1: See the previous paper¹⁷⁾.

*2: Diamnsnnium citrate.

*3: L-Glutamic acid.

〃: Same as basal.

3. 肝臓および血中成分の測定

肝臓の水分、粗脂肪、蛋白質量および血漿尿酸量の測定は前報¹⁷⁾の方法で行なった。

1) 肝臓中アンモニヤ量

試験飼育終了後、断頭放血し、肝臓を摘出し、肝臓ホモジネートを調製し、通気法⁹⁾により測定した。

2) 肝臓 GOT 活性

酵素液の調製および活性度測定は既報¹⁶⁾に示した方法で行なった。

3) 肝臓中の核酸含量

肝臓の一定量を秤取し、9倍量の冷水を加え、氷冷しつつホモジネートを調製し10倍希釈液を得た。これを用いて Fleck and Munro による Schmidt-Thannhauser 法の改良法⁹⁾を適用し、RNA および DNA 量を定量した。

4) 血漿遊離アミノ酸

ヘパリン処理した注射器で心臓採血し、血漿を分離後、5羽分を等量づつプールし、市原ら⁹⁾の方法に従い処理を行ない、柳本高速自動アミノ酸分析機を用いてアミノ酸の定量を行なった。

結 果

1. 増体ならびに非蛋白態窒素の利用性

実験-1の増体曲線を Fig. 1-A に示したが、対照区の増体が、実験飼育期間中を通じ終始優れ、DAC 単独添加の 1.29% DAC 区が、Glu 単独添加の 1.68% Glu 区および DAC と Glu を混合添加し

た DAC・Glu 区より劣る結果を得た。Table 2 に示した全試験期中の増体量(1日1羽当り)は対照区に比べ、DAC 単独添加区は約 88%であるに対し、Glu を含む両区は 94~95%を占めた。

飼料摂取量(Table 2)は対照区に対し、DAC あるいは Glu 添加区では何れも約 10%程度の低下を示した。飼料効率は Glu 単独添加区が最も高く、次いで Glu と DAC の混合添加区で、Glu 添加の両区が対照区よりも大であり、DAC 単独添加区が最も低い値を示した。しかし乍ら蛋白効率(Table 2)を見ると必ずしも飼料効率と平行せず、対照区が効率良く、次いで Glu 単独添加区が良い値を示し、DAC を含む区が低い値を示した。試験開始後 3日毎の飼料効率の変化を Fig. 2-A に示したが、対照区は一般的な傾向をたどり、日令を重ねるごとに低下するが、NPN 添加区は何れも 12日から 15日令にかけて上昇が見られる。

実験-2 および 3の増体曲線を Fig. 1-B, -C に、1日1羽当り増体量を Table 2 に示した。この結果、実験-1と同様に DAC を添加しない対照区の増体が優れており、次いで 1.29% DAC 区が、0.65%および 1.94% DAC 添加区の増体よりやや良く、1.94% DAC 区が最も劣った。これらの結果は前報¹⁷⁾の結果と一致する傾向であった。

飼料摂取量、飼料効率および蛋白効率も Table 2 に示した。摂取量は 0.65%と 1.29% DAC 区はほとんど差がなく、対照区に比べ、それぞれ 92%と 91

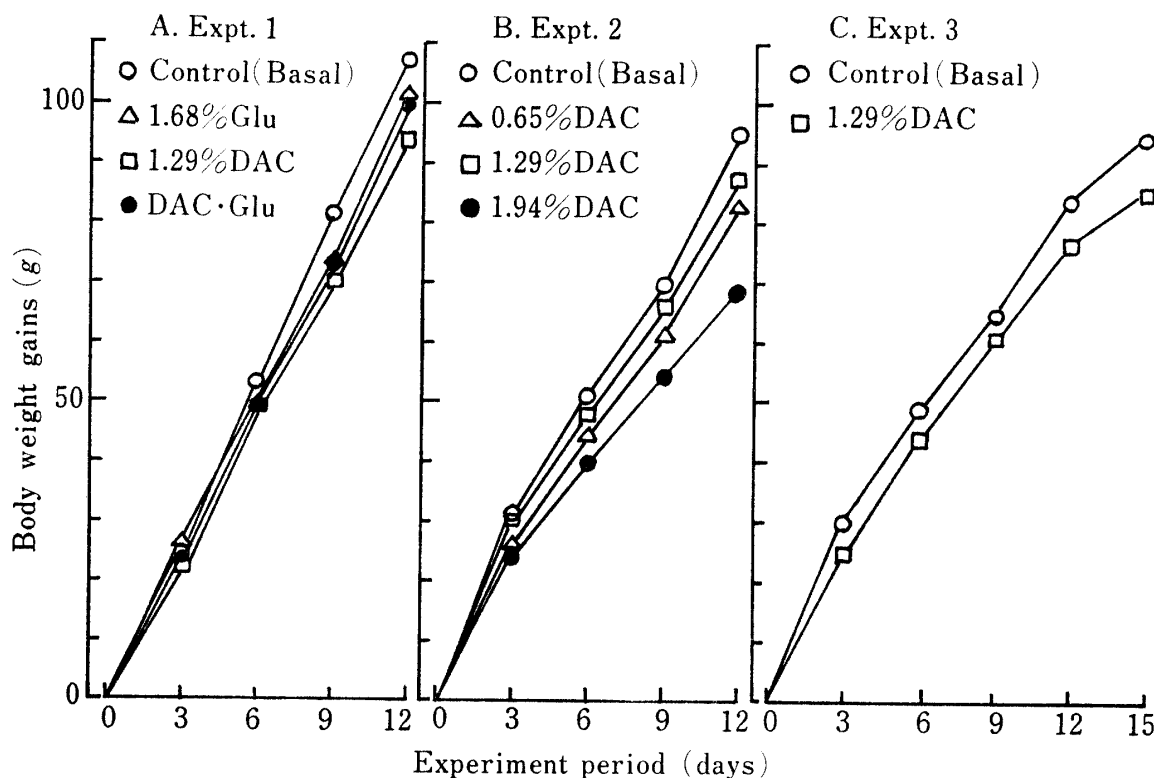


Fig. 1. Growth curves of chicks fed basal and experimental diets.
Initial body-weights: Expt. 1, 131.5 g; Expt. 2, 97.1 g; Expt. 3, 88.0 g.

Table 2. Feed consumption, body weight gain, feed efficiency and protein-efficiency ratios of chicks fed the basal and experimental diets

	Feed Consumption (g/chick/day)	Weight gain*1 (g/chick/day)	Feed efficiency (%)	Protein-efficiency ratio
Experiment 1				
Control (Basal)	24.0	8.91±0.52	37.1	3.71
1.68% Glu*2	21.7	8.48±1.00	39.2	3.55
1.29% DAC*3	21.6	7.85±1.74	36.7	3.30
DAC·Glu	22.1	8.36±1.20	38.0	3.15
Experiment 2				
Control (Basal)	19.4	7.86±1.64	40.7	4.07
0.65% DAC	17.8	7.05±1.05	39.3	3.74
1.29% DAC	17.6	7.39±1.04	42.0	3.81
1.94% DAC	15.5	5.69±2.67	36.8	3.20
Experiment 3				
Control (Basal)	16.5	6.30±1.30	38.2	3.82
1.29% DAC	16.0	5.73±0.84	35.6	3.24

*1: Means±S.D. (10 birds)

*2: L-Glutamic acid

*3: Diammonium citrate

％でやや 0.65％区が大であったが 1.94％ DAC 区は 80％と大きく低下した。飼料効率は，1.29％ DAC 区が，対照区に比べ約 3％大で，0.65％区は約 3.5％減，1.94％区で約 9.5％減を示した。これに対し，蛋白効率は，DAC 添加区何れも対照区に劣ったが，この中では 1.29％ DAC 区が対照区の約

94％，0.65％区が 92％であり，1.94％は 79％と大きく低下した。実験-3 の 1.29％ DAC 区は実験-2 の同％添加区と比べて，飼料効率も対照区に劣る結果を示した。各 3 日毎の飼料効率の変化を Fig.-2 B に示したが，この実験-2 の場合には 1.94％ DAC 区が，日令が進むにつれ効率が低下すると云う一般的な

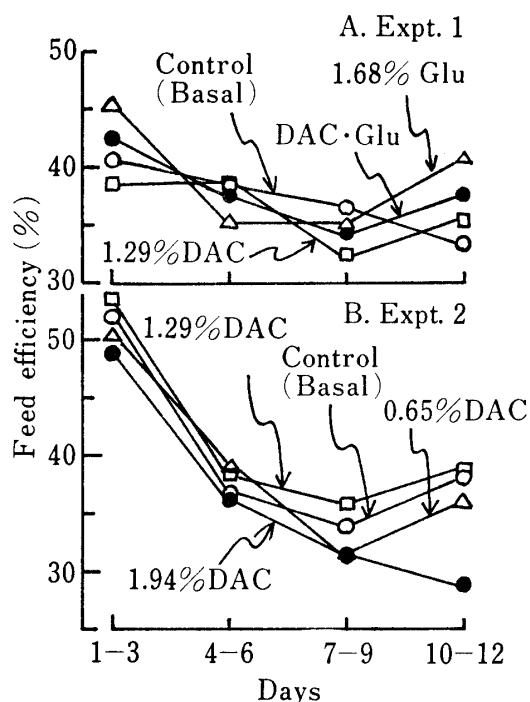


Fig. 2. Changes of average feed efficiency observable every three-days in a chick fed basal and experimental diets.

傾向を示したのに対し、対照区も含めて他の3区は10日から12日目にかけて、何れも上昇が見られた。

2. 肝臓成分

実験-1の肝臓重量、水分、粗脂肪、蛋白質量をTable 3に示した。水分含量は4区間に差は認められず、重量および蛋白質量はDACの添加により、対照区に比べわずかながら低下が、粗脂肪含量については増加が認められたが、これら区間には有意差は認められなかった。

また、肝臓中のアンモニア量も有意差はないが、1.29% DAC区の平均値は対照区のそれに比べ約60%程度を示した。GOT活性も有意差は認められないが、GluあるいはDACの添加によりやや高い値を示した。

肝臓中の核酸含量について実験-1の雛について測定し、結果をTable 4に示した。RNAおよびDNA何れについても、全含量、単位体重、単位肝臓重当り、あるいは核酸単位量当りの蛋白質量は各区間に有意差は認められなかった。RNA量は肝臓中の全量、単位体重当り、あるいは単位肝臓当り対照区が大で、DAC添加区が小となる傾向にあり、中でも1.29% DAC区が最も低値を示した。DNAについても1.29% DAC区はRNA同様最低値を示したが、対

照区はGlu添加区より低い値を示した。これらの各核酸の単位量当りの蛋白質は、従って核酸含量の小さな区が高くなる傾向にあった。DNAとRNAの量比は対照区が高く、Glu添加区が低くなる傾向にあったが、これらの相互間にも有意差は認められなかった。

3. 血漿中の成分

血漿中の尿酸含量については、実験-1の雛についての測定結果をTable 3に併記した。NPNの添加により高い値を示す傾向が認められたが、有意差は認められなかった。この傾向は前報¹⁷⁾の結果と一致した。

血漿中の遊離アミノ酸量について実験-2の対照区と1.94% DAC添加区を比較した。結果をFig. 3に示したが、両区間の大部分のアミノ酸には大きな量的変動は認めなかった。しかし乍ら、1.94% DAC区は対照区に比べ、リジン量がその54%と約1/2に低下し、スレオニン量が194%と約2倍に増加し、この両アミノ酸の変化が顕著であった。スレオニン以外に増加が認められたものはアルギニン、メチオニンおよびグリシンの3者に過ぎず、しかも何れも20%以下の増加に過ぎなかった。他は何れも減少したが、シスチン(1/2)が約25%減少した以外は20%以下であった。測定したアミノ酸の合計量は血漿100ml当り対照区が約52.7mgに対し、1.94% DAC区は50.2mgとややDAC添加区の遊離アミノ酸量の低下が認められた。

考 察

実験-1、-2および-3に供試した雛は何れも同系統のものであり、実験-1と-2の供試日令は同日令であるが、予備飼育飼料が前者では市販の育雛飼料、後者は途中で基礎飼料(C.P. 10%)に1.5% C.P.相当の1.94% DACを添加した飼料に切り換え、試験飼料に対する順馴を行なったため初体重は実験-2が小さくなり、また実験-2と-3では同一予備飼育飼料を用いたが、実験-3は予備飼育期間が2日間短かいことにより、初体重が小となった。

実験-1においてGluの添加により増体量が無添加の対照区に比べ劣る結果を得たが、これはMuramatsuら¹⁰⁾が10%カゼイン飼料に5% Gluを添加してラットに給与したとき、対照に比し増体量の劣ることを認めており、これと一致すると云えよう。一方、DACの添加はMoranら⁷⁾やBalloun and Kazemi³⁾も報告しているように摂食量、増体量も減

Table 3. The contents of some constituents and GOT activities in liver and contents of uric acid in plasma of chicks fed the basal and experimental diets* (Expt. 1)

Group	Control (Basal)	1.68% Glu	1.29% DAC	DAC·Glu
Liver				
Weight (g)	6.32 ± 0.55	6.15 ± 0.85	5.83 ± 0.88	6.17 ± 0.58
Moisture (%)	74.5 ± 0.90	74.5 ± 0.76	74.5 ± 0.78	74.2 ± 0.83
Crude fat (%)	2.78 ± 0.20	3.03 ± 0.52	3.10 ± 0.63	2.73 ± 0.49
Protein (%)	20.0 ± 1.0	20.8 ± 1.1	19.1 ± 1.2	19.1 ± 0.7
Ammonia (mg/g, Wet tissue)	0.292 ± 0.123	—	0.180 ± 0.05	0.273 ± 0.04
GOT activity (Karmen unit × 10 ³)	47.8 ± 3.0	48.7 ± 2.4	50.3 ± 2.1	53.4 ± 2.7
Plasma				
Uric acid (mg/100 ml)	3.13 ± 0.84	3.25 ± 0.46	3.64 ± 0.60	3.99 ± 0.85

*: Means ± S.D. (5 birds)

Table 4. Amounts of nucleic acids in liver of chicks fed the basal and experimental diets (Expt. 1)

	Control (Basal)	1.68% Glu	1.29% DAC	DAC·Glu
RNA, mg/total liver	53.3 ± 6.38*	50.2 ± 9.67	42.8 ± 11.9	49.5 ± 11.80
mg/100 g body wt.	20.3 ± 2.56	20.3 ± 2.71	17.8 ± 2.04	19.3 ± 3.68
mg/g wet liver	8.42 ± 0.60	8.14 ± 1.00	7.38 ± 0.70	8.01 ± 1.80
Protein, mg/RNA, mg	23.8 ± 1.58	24.4 ± 2.14	28.4 ± 3.50	25.6 ± 5.86
DNA, mg/total liver	13.4 ± 1.15	14.5 ± 2.43	11.4 ± 1.48	14.1 ± 4.55
mg/100 g body wt.	5.11 ± 0.41	5.87 ± 0.7	4.76 ± 0.80	5.49 ± 1.55
mg/g wet liver	2.14 ± 0.25	2.36 ± 0.30	2.00 ± 0.32	2.29 ± 0.70
Protein, mg/DNA, mg	94.7 ± 14.23	84.5 ± 9.68	107.7 ± 19.4	93.1 ± 30.09
RNA, mg/DNA, mg	3.99 ± 0.62	3.45 ± 0.35	3.78 ± 0.35	3.59 ± 0.39

*: Means ± S.D. (5 birds)

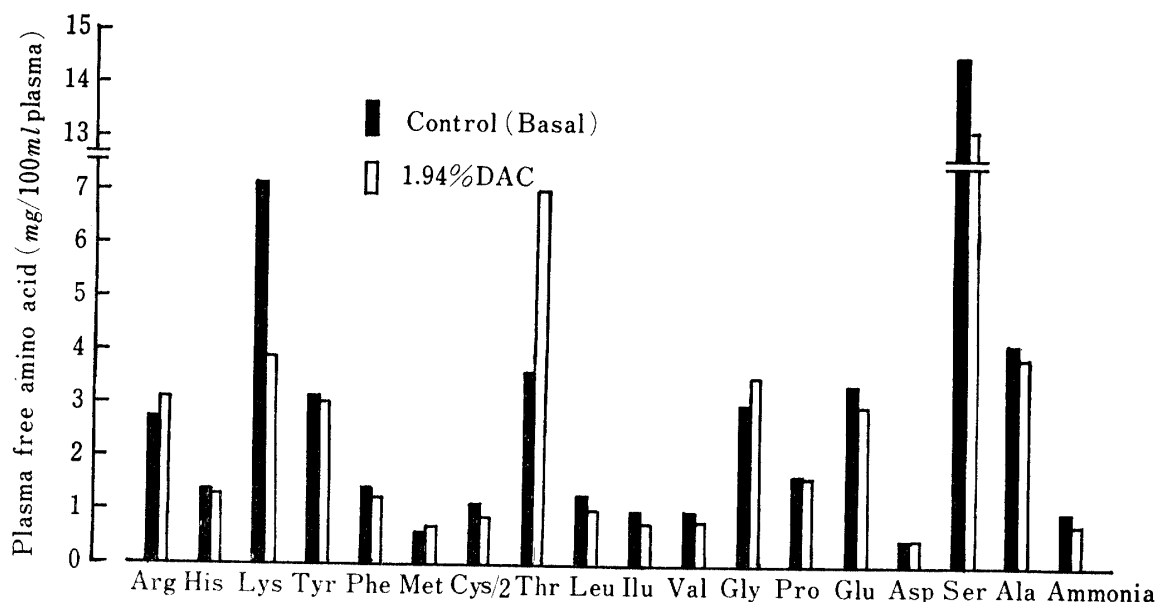


Fig. 3. Plasma free amino acid pattern of chicks fed basal and experimental diets (Expt. 2).

少の傾向が認められた。しかしながら，実験-2 で認められたように0.65% DAC 区に比べ1.29% DAC 区の増体量 (Fig. 1-B, Table 2) が大である結果を

得たが，本実験のような条件下では C.P. 1.0%相当量の DAC が，0.5%相当量よりも生理的にバランスがとれているのかも知れない。極めて興味ある問題で

ある。また最終体重の標準偏差 (Table 2) は、対照区の値が実験-1 でも最小であるのに対し、実験-2 および-3 では 0.65 および 1.29 % DAC 区の値が基礎飼料区より小さい値を示していることは、予備飼育時における順馳のためと考えられる。これら DAC 区はこの順馳により飼料摂取量あるいは増体量の増大を期待したが、いずれも基礎飼料区に劣り、また実験-2 では飼料効率は 1.29 % DAC 区が最も高かったが、結局飼料摂取量の低下が増体重の低下をもたらしたものと考えられる。飼料効率の変化 (Fig. 2) で、実験-2 の Fig.2-B では 1.94 % DAC 区が一般的な経過をたどり、この区より添加量の少ない 1.29 % と 0.65 % DAC 区 および無添加の対照区が、ほぼ似た経過をたどる、すなわち 10~12 日目にかけて上昇することは、予備飼育時における順馳飼料に含まれる DAC が 1.94 % であったためと考えられる。若し、順馳飼料の DAC 添加量がこれより大であったならば、この区も同様に上昇の傾向をたどる時期があったと推察される。

肝臓中の脂肪含量と飼料成分との関係については数多くの報告があり、とくに蛋白質の欠乏は脂肪の蓄積をもたらすことが知られている²⁾。DAC の添加でも肝臓脂肪量はやや増加が認められ、窒素代謝に影響を与えていることが推察される。

肝臓では蛋白質含量、種々の酵素量および蛋白質の代謝回転は飼料蛋白質摂取量の増加にほぼ比例して増加し、また RNA 量の変化も蛋白質量の変化と同様の変化を示すことが認められている¹⁴⁾。本実験-1 の結果から、DAC の添加は摂取量を減じ、RNA 量の低下をもたらしたものと考えられる。また DNA 量は組織量の増加に比例して増加し、さらに組織量はほぼ体重の増加に比例しているため、成熟動物では体重増加の場合、肝臓の DNA 量はほぼ体重増加に比例して増加する傾向にあることが認められている⁵⁾。本実験-1 の 1.29 % DAC 区においては、上述の傾向と一致するが、Glu 添加区においては、必ずしもこれと一致せず、飼料中蛋白質量、アミノ酸組成等の相違が影響していることも考えられる。

肝臓中アンモニア量は DAC 添加でやや低下した。GOT 活性はやや大となったが、これは区間に有意差は認められなかった。市原ら⁹⁾ が必須アミノ酸を窒素源とする飼料にアンモニウム塩を添加しシロネズミに給与しても、非必須アミノ酸を添加した対照区に比べ、GOT 活性は有意の変化はなかったことを報告しているため、これと一致する結果であり、生体内にお

いて非必須アミノ酸の相互転換のうち少なくとも生成したグルタミン酸からアスパラギン酸を合成する段階は制限因子になっていないと考えられる。しかし、本実験における GOT 活性のわずかながらの増加が、窒素量の増加によるものか否かなお詳細な検討を要すると考えられる。

血漿中遊離アミノ酸量 (Fig. 3) については、DAC 添加によりリジン減、スレオニン増が顕著であった。Richardson ら¹³⁾ はリジン欠乏は血漿、肝臓および筋肉中のリジン量の減少をもたらすのに対し、スレオニン量を増加せしめ、血漿および筋肉中のアルギニン量を減ずることを報告している。また Leung ら⁶⁾ は 6 % カゼイン飼料とスレオニン欠必須アミノ酸混合物を同飼料に 5.4 % 添加してインバランスとした飼料とを比較して、血漿中のスレオニン量が低下することを認めている。DAC の添加はこれらアミノ酸の代謝と関連するものと推察される。Pawlak と Pion¹¹⁾ はシロネズミ血漿リジン量は筋肉内リジン量より、食餌中の濃度によりうける影響は小さく、所要量の 30 から 200 % のリジンの摂取増により筋肉内リジン量は 28 倍も増すのに対し、血漿では 7 倍に過ぎなかったとしている。従って、本実験で認められた血漿中のリジンとスレオニン量の変動は筋肉内においては、さらに大きく変動している可能性がある。

一般に雛においては天然蛋白質を蛋白質源としたとき、NPN は利用され難いと云われているが、本実験においても DAC の添加が雛に対して有効に利用されうるとする結果は得られなかった。成鶏たとえば産卵鶏においては、NPN は雛に比し利用され易いと考えられ、いくつかの報告^{4, 12, 18)} があるが、雛ではアンモニア毒性すなわち解毒系が適応しきれないためかも知れない。

要 約

非蛋白態窒素として、クエン酸二アンモニウム (DAC) と L-グルタミン酸 (Glu) を 12.36 % の大豆蛋白質 (10 % 蛋白質に相当) を含む低蛋白の基礎飼料に添加したときの雛に対する影響を検討するため、3 回の実験を行なった。

7 日令から 14 日令まで 1 週間、基礎飼料に 1.94 % の DAC を添加した順馳飼料で雛の予備飼育を行ない、引続き 12 日間 0.65 %, 1.29 % あるいは 1.94 % の DAC を基礎飼料に添加した実験飼料を給与しても、雛の生育、飼料摂取量、飼料効率および蛋白効率の改善には無効であった。

1.68%の Glu あるいは1.29%の DAC を混合あるいは単独に添加すると，増体，飼料摂取量あるいは蛋白効率の低下が認められた。

肝臓中の粗脂肪，蛋白質，アンモニア，RNA，DNA 量および GOT 活性，さらに血漿中の尿酸量は DAC によりほとんど変化は認められなかった。全肝臓当りの蛋白質量，RNA および DNA 量は DAC により低下し，粗脂肪量は増加した。

1.94% DAC の添加により，血漿中の遊離のリジン量は約 1/2 に減少し，スレオニン量は 2 倍に増加することが認められた。

アミノ酸分析に協力していただいた本学部畜産化学研究室福永隆生助教授に，および大豆蛋白質を提供していただいた味の素（株）に深謝します。

文 献

- 1) Aoyama, Y. and Ashida, K.: Effect of excess and deficiency of individual essential amino acids in diets on the liver lipid content of growing rats. *J. Nutr.*, **102**, 1025-1032 (1972)
- 2) Aoyama, Y. Yasui, H. and Ashida, K.: Effect of dietary protein and amino acids in a choline-deficient diet on lipid accumulation in rat liver. *J. Nutr.*, **101**, 739-746 (1971)
- 3) Balloun, S. L. and Kazemi, R.: Growth inhibition of broilers by diammonium citrate. *Poultry Sci.*, **54**, 307-309 (1975)
- 4) Chavez, R., Thomas, J. M. and Reid, B. L.: The utilization of non-protein nitrogen by laying hens. *Poultry Sci.*, **45**, 547-553 (1966)
- 5) 市原百合子・桐山修八・吉田 昭：シロネズミにおけるアンモニウム塩の利用（I）成長速度，肝トランスアミナーゼ活性，および血漿アミノ酸パターンにおよぼす影響，*栄養と食糧*，**23**，526-531 (1970)
- 6) Leung, P. M-B., Roger, Q. R. and Harper, A. E.: Effect of amino acid imbalance on plasma and tissue free amino acids in the rat. *J. Nutr.*, **96**, 303-318 (1968)
- 7) Moran, E. T., Jr., Summers, J. D. and Pepper, W. F.: Effect of non-protein nitrogen supplementation of low protein rations on laying hen performance with a note on essential amino acid requirements. *Poultry Sci.*, **46**, 1134-1144 (1967)
- 8) 森本宏監修：動物栄養試験法，p. 322-323，養賢堂（1971）
- 9) Munro, H. N. and Fleck, A.: Analysis for nitrogen constituents. In Munro, H. N. (ed.), *Mammalian protein metabolism*, Vol. 3, p. 481-483, Academic Press Inc., New York and London (1969)
- 10) Muramatsu, K., Odagiri, H., Morishita, S. and Takeuchi, H.: Effect of excess levels of individual amino acids on growth of rats fed casein diets. *J. Nutr.* **101**, 1117-1126 (1971)
- 11) Pawlak, M. and Pion, R.: Influence of supplementary wheat proteins with increasing amounts of lysine on the free amino acid content of blood and muscle of growing rats. *Ann. Biol. Animale Biochem. Biophys.*, **8**, 517-530 (1968)
- 12) Reid, B. L., Svacha, A. J., Dorfinger, R. L. and Webb, B. W.: Non-protein nitrogen studies in laying hens. *Poultry Sci.*, **51**, 1234-1243 (1972)
- 13) Richardson, L. R., Cannon, M. L. and Webb, B. D.: Relation of dietary protein and lysin to free amino acids in chick tissues. *Poultry Sci.*, **44**, 258-267 (1965)
- 14) 齊藤洋子・神立 誠：筋肉の核酸代謝と食餌条件との関連（第2報）高蛋白質飼育時の筋肉核酸量の経時的変化。農化，**45**，398-403 (1971)
- 15) Sugahara, M. and Ariyoshi, S.: The nutritional value of the individual amino acid as the nitrogen source in the chick nutrition. *Agr. Biol. Chem.*, **31**, 1270-1275 (1967)
- 16) 富田裕一郎・林 国興・本坊敏郎：自然換羽鶏における換羽，産卵，肝臓中の酵素活性および血清無機成分に及ぼすクエン酸の影響。鹿大農学術報告，**No. 27**，165-170 (1977)
- 17) 富田裕一郎・武元和郎・林 国興：雛の生育におよぼすクエン酸アンモニウムの影響。鹿大農学術報告，**No. 28**，149-154 (1978)
- 18) Young, R. J., Griffith, M., Desai, I. D. and Scott, M. L.: The response of laying hens fed low protein diets to glutamic acid and diammonium citrate. *Poultry Sci.*, **44**, 1248 (1965)

Summary

Three experiments were conducted with male chicks, to study the effects of adding diammonium citrate (DAC) and L-glutamic acid (Glu) to basal low protein diet containing 12.36 % isolated soy protein (10 % protein equivalent) as a source of non-protein nitrogen.

Although a week's prefeeding of chick from 7 to 14 days old carried out with an adaptation diet, a diet made by adding 1.94 % DAC to the basal diet, was followed continuously by 12 days' feeding with experimental diets containing 0.65 %, 1.29 % or 1.94 % DAC, no beneficial effect was noted on the growth, feed consumption, feed efficiency and protein-efficiency ratios of the chicks.

The additions of 1.68 % Glu and/or of 1.29 % DAC depressed weight gain, feed consumption and protein-efficiency ratios.

Addition of DAC resulted in no changes in the concentrations of crude fat, protein, ammonia, RNA and DNA, as well as GOT activities in the liver. Uric acid content in plasma of chicks was also not changed. However, while the contents of protein, RNA and DNA in the liver decreased, crude fat increased.

The addition of 1.94 % DAC decreased the free lysine concentrations of plasma to about half, and increased the threonine to about 2 folds.