

鶏におけるNPNの利用とアミノ酸拮抗について

誌名	栄養生理研究会報
ISSN	02864754
著者	伊藤, 宏
巻/号	20巻1号
掲載ページ	p. 38-44
発行年月	1976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



鶏におけるNPNの利用とアミノ酸拮抗について

北里大学畜産学部 伊藤 宏

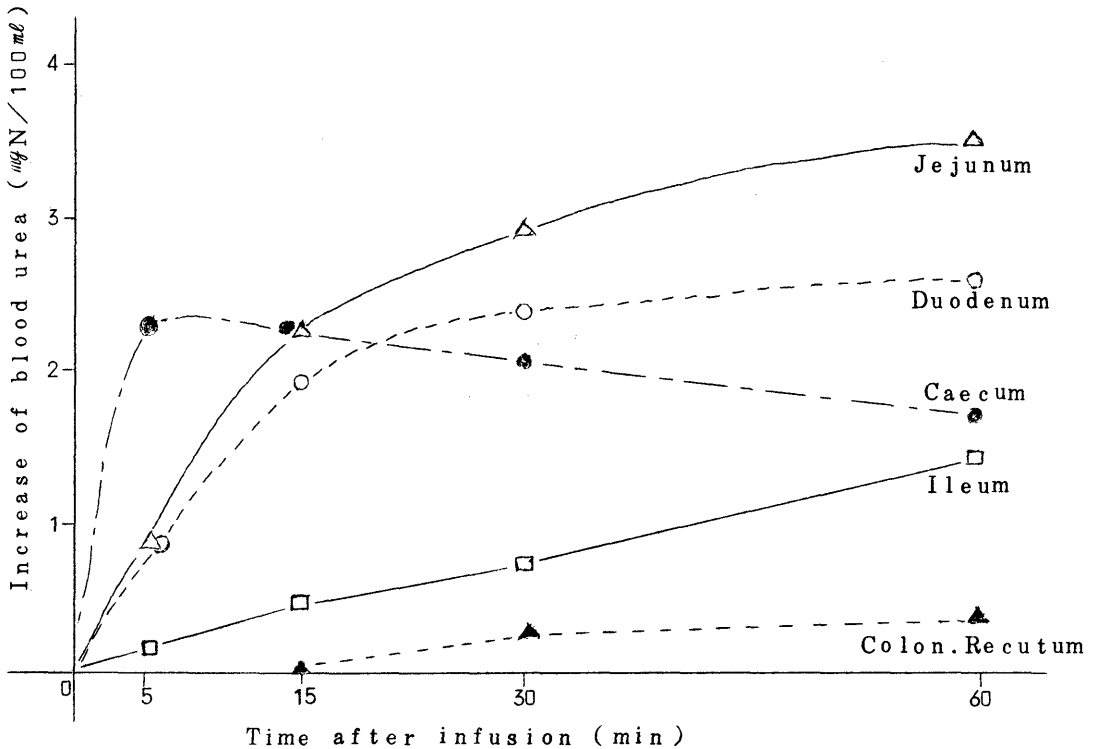
鶏が非蛋白態窒素(NPN)をどの程度利用しうるかという課題と、飼料中アミノ酸の拮抗にもとづく成長低滞の現象を解明する問題とは、直接結びつけにくいことと考えられる。前者についての著者らの実験では、NPNの1つである尿素を鶏に給与すると、尿素は腸管からそのまま吸収され、さらに腎を経て直接尿へ排泄されるものと考えられた。一方飼料中に尿素が含まれない場合、尿中へ排泄される尿素はアルギニン(arg)の腎アルギナーゼによる分解で生じたものである。この尿素量は、飼料中のarg量およびリジン(lys)とargの拮抗(antagonism)にもとづくアルギナーゼ活性の変動によって影響を受けることが知られている。従って、それぞれの生成機構は異なっているものの、尿への尿素排泄に関して両者が互いに関連を持つ可能性があるものと考えており、ここに焦点を当てることを試みた。

NPNの利用

家禽用飼料の蛋白質源としてのNPNの利用に関するこれまでの研究結果は、研究者によりまたNPNの種類によってまちまちである。単胃動物がNPNを利用しようとすれば、腸内微生物がNPNを分解してアミノ酸に転換するか、分解して生成したアンモニア(NH₃)が吸収された後利用されるか、または吸収されたNPNをアミノ酸に合成する酵素が肝臓などに存在する必要がある。一般にNPNがよく利用されたという実験では、基礎飼料として不可欠アミノ酸混合物やカゼインなどをN源とする精製飼料が用いられており、不可欠アミノ酸は十分供給されているが、可欠アミノ酸が欠乏していることが示されている。従って、NPNは可欠アミノ酸を合成する材料として用いられる時に利用されるとみられる。この様なことは、たとえばトウモロコシと大豆粕を主原料とする蛋白質含量20%の幼雛用飼料では、メチオニンを除いてすべての不可欠アミノ酸は十分量供給され、可欠アミノ酸も不可欠アミノ酸とほぼ同量の10%が含まれているので、NPNが利用される余地はほとんどないと考えられる。現在までの所、尿素またはクエン酸2アンモニウムが、幼雛用の実用飼料の蛋白質源として利用されるという確かなデータは得られていない。

尿 素 の 代 謝 過 程

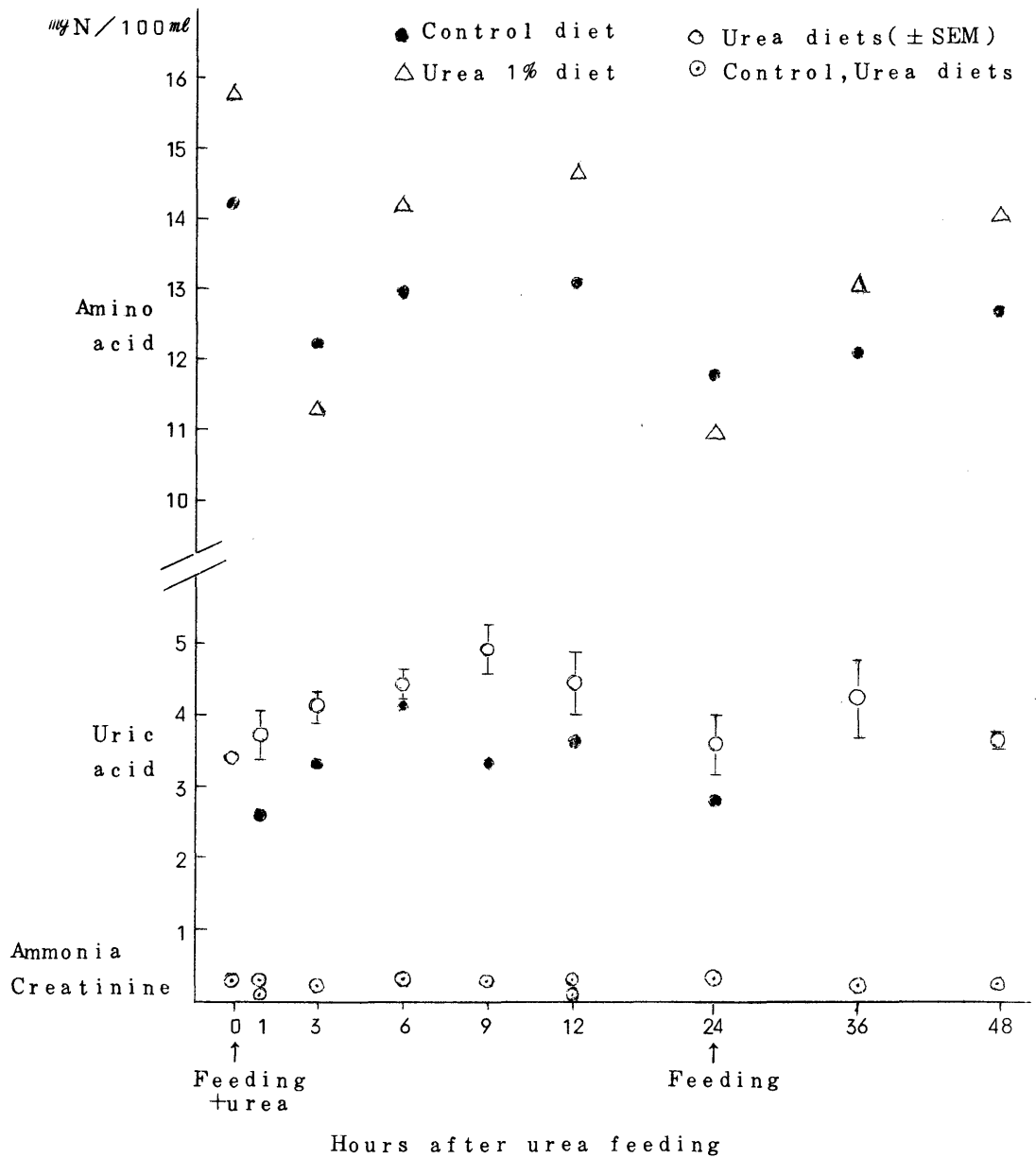
血中N成分量の変化——飼料に配合した尿素(飼料尿素)は、ふつう腸内細菌のウレアーゼによって NH_3 に分解された後吸収されると考えられている。尿素の腸からの吸収過程を知るためカゼイン飼料を給与した成鶏の消化管各部位を別々に結さつしそこに尿素(1.5 mM)を注入後、血中の NH_3 、尿素および尿酸濃度を経時的に測定した。初期の尿素吸収割合は盲腸が最も高く次いで空腸、十二指腸、回腸、結腸の順であった。注入後60分の血中尿素量は正常値(1~2 $\text{mgN}/100\text{ml}$)の2~3倍に達した(第1図)。



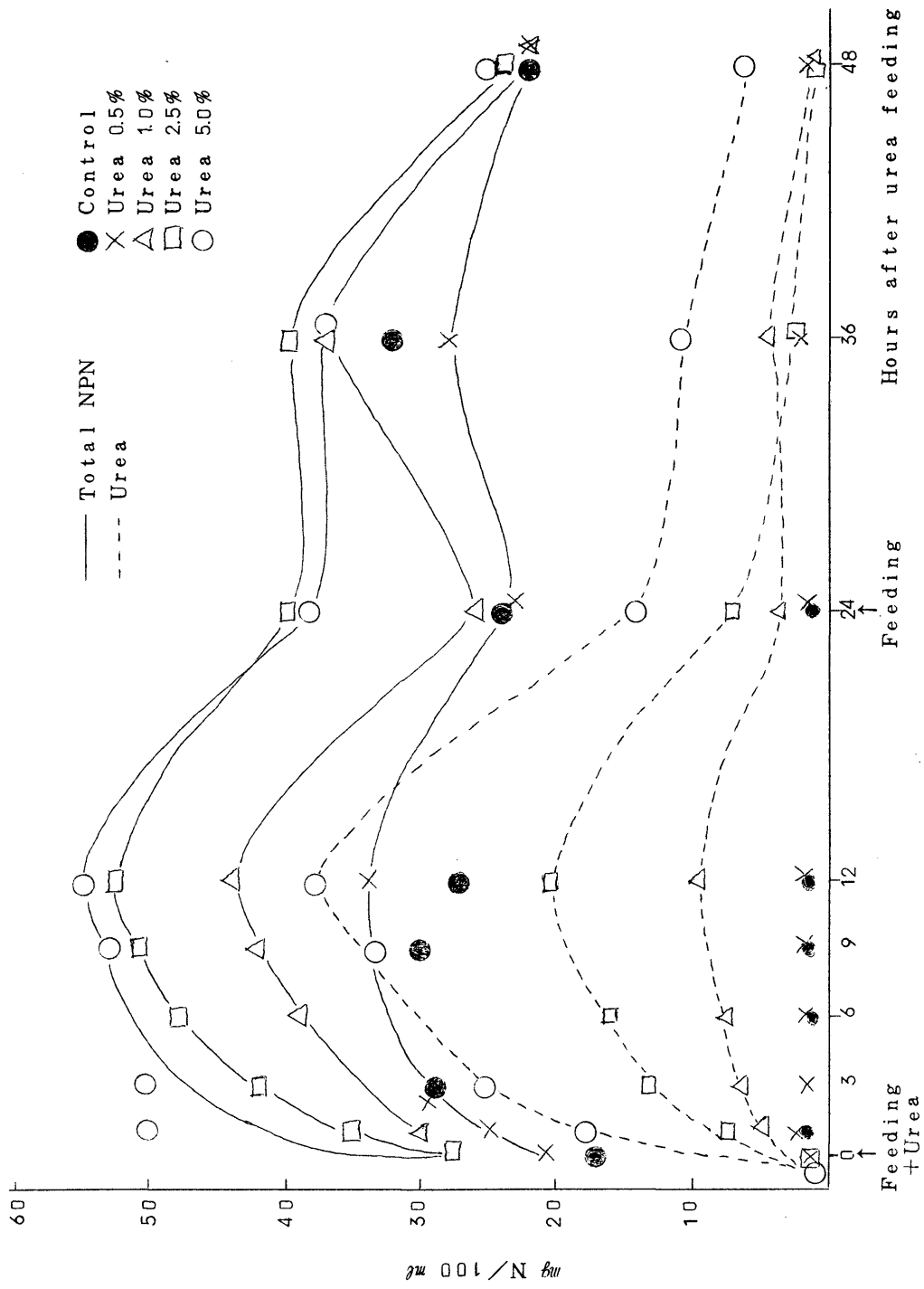
〔第 1 図〕 消化管各部位に尿素注入後の血中尿素濃度の変化

さらに、 NH_3 および尿酸濃度が、尿素注入部位に関係なく共にほとんど変化しなかったことから、尿素の大部分はそのままの形で極めて速やかに腸管から吸収され、細菌ウレアーゼによる分解は非常に低いものと考えられた。血中へ投与した尿素の腸管への排泄は極めて僅かで腺胃、

十二指腸、空腸、回腸がその排泄部位であった。尿素0.5～5.0%を含むカゼイン飼料を給与した後48時間の血中NPN化合物濃度 ($\mu\text{g N}/100\text{ml}$ 、第2、第3図) は、 NH_3 、クレ



〔第2図〕 尿素給与後のヒナ血中アミノ酸、尿酸、アンモニアおよびクレアチニン濃度の変化



[第3図] 尿素給与後のヒナ血中全NPNおよび尿素濃度の変化

アチニンが0.5以下、尿酸は3~5、アミノ酸は11~16で、後2者は対照区より僅かに高い程度で、それぞれの変動も比較的小さい。これに対し、血中全NPNおよび尿素Nは、尿素添加量(1.0~5.0%)にはほぼ比例して増加し、給与12時間後にいずれも最高値を示した。尿素0.5%飼料では血中尿素は対照区とほぼ同じ値を示した。

尿中N成分量の変化——鶏の尿中へのN排泄は主として尿酸の形で行われ、この量は通常の飼料を与えられている場合はほぼ一定している。しかし一般に尿酸と NH_3 は尿中の変動成分で、尿素とクレアチンは量の少ない一定成分であるとみなされている。最近、カゼイン飼料に尿素を添加した場合、他のNPNを含む飼料よりも尿中尿素が有意に高くなることが報告された(中広ら、'74)。著者らのカゼイン飼料またはトウモロコシ、大豆粕飼料に尿素を添加した実験においても、同様に尿中尿素含量は著しく高まり、それと同時に尿酸排泄量も高まった。しかし、0.5%の添加量では、血中尿素レベルが増加しなかったと同様に、尿中尿素量も全く増加しなかった。

鳥類における尿素の形成は、腎アルギナーゼによるargの分解によってのみなされるとみられている。また鳥類では機能的な尿素サイクルが形成されないので、尿中への尿素排泄は飼料中および体蛋白質の分解によって生じたargが唯一の起源となっている。また、argの分解は尿素の生成が目的ではなく、解毒のためのオルニチン(orn)生成に意義があるとされている。一方飼料にあるレベル以上に添加した尿素は、argの分解による尿素とは全く異なった径路を経て、腸管から直接吸収された後、Nの主要排泄径路に入らないで腎に至り排泄されるものと考えられる。

アミノ酸拮抗

ある条件下では、飼料に比較的少量の1つのアミノ酸を添加するとヒナの成長が低下することがある。これは飼料のアミノ酸組成が単に動物の要求パターンからはずれ、不足しているアミノ酸を補足して栄養価を高めようというunbalanceをさしていない。Harperはこれらの条件のあるものを、アミノ酸imbalance, antagonism およびtoxicityと区別している。imbalanceは蛋白含量が非常に低い飼料で現われやすく、成長に対する第2の制限アミノ酸を過剰に加えると成長の停滞がおこるが、第1の制限アミノ酸を加えると回復する。antagonismは単純なimbalanceとはいく分異っている。すなわちある1つのアミノ酸の過剰に起因する成長の停滞は、構造的に関連の近いアミノ酸によって軽減される。たとえば、leucineの過剰は、飼料にisoleucineとvalineが加えられていないと著しい成長の停滞をもたらし、後2者の添加によって軽減される。鶏にとってとくに重要なのはlys.と

arg の間の antagonism と思われる。アミノ酸の過剰による toxicity は、飼料中 2～4% の高レベルであることを要し、制限アミノ酸や構造類似のアミノ酸の補足で回復させることが出来ない点で imbalance や antagonism と異なっている。

Lysine-Arginine antagonism については、近年、コーネル大学 (Nesheim ら) やカリフォルニア大学 (Kratzer ら) 等によって詳細な研究が続けられている。飼料中 lys の過剰は明らかにヒナの成長を停滞させ、arg の要求量を増加させる。蛋白源としてカゼインを含む飼料では lys:arg 比は約 2:1 であるので、最大の成長のための arg 要求量は、カゼイン飼料の場合、他の lys 含量の低い蛋白源によるよりもかなり高くなる。これに対し、過剰の arg は lys が欠乏レベルである時以外、lys の要求量にほとんど影響を与えない。lys は比較的ゆっくり代謝されるので、血漿や組織液中に高レベルで蓄積されるが、arg は lys 程に蓄積されないので、ヒナによって容易に分解されるものと思われる。このことは、lys 代謝に対して arg が比較的小さい影響しか与えないことの説明となる。

過剰 lys の摂取によって arg の要求量が高まるのは、腎アルギナーゼの活性が高くなることによつて、大量の arg が尿素と orn に分解されてしまうことによる。このアルギナーゼ活性は、非代謝性アミノ酸である α -aminoisobutyric acid (AIB) や threonine によつて阻害される。その他、lys, arg, antagonism は glycine 等のアミノ酸や陽イオンおよび陰イオンの濃度等によつても複雑な影響を受けることが知られている。

著者らによる、人工肛門鶏での lys, arg, antagonism と尿素給与を組み合わせた実験の成績の一部を示した (第 1 表)。

[第 1 表]

尿中 N 排泄に対する arg., AIB, 尿素添加の影響

Supplements			Urinary Nitrogen ($\mu\text{g}/\text{day}$)		
Arg.	AIB	Urea	NH ₃	Urea	Total
+	-	-	63	107	1266
+	+	-	172	44	1516
+	-	+	59	317	1549
+	+	+	167	164	1832
-	-	-	63	46	1268
-	+	-	148	7	1048
-	-	+	58	257	1538
-	+	+	158	97	1471

カゼイン飼料に2%のlysを加え、arg.(2%)と尿素(1%)を添加した場合としないものについて、AIB(0.5%)添加の影響をしらべた。1日当りの尿中への全N、NH₃-N、尿素Nの排泄量のデータから次のことが考えられた。AIBを添加せず、アルギナーゼ活性が阻害されない場合、飼料尿素が直接腎から排泄されたとみられる量は、arg.添加の有無にかかわらずいずれも120%であった。もしAIBによってアルギナーゼだけが阻害されるものとするれば、飼料由来の尿中尿素はAIB無添加時と同じ量が排泄されると思われる。実際にはこの量が約1/2に減少したことから、AIBによって尿素の腸吸収もしくは腎における排泄が影響を受けたものと考えられた。

これらの結果は、飼料尿素の腎排泄と、lys. arg. antagonismにもとづくarg.の分解による尿素の生成の変化とが、互いに関連を持つ可能性があることを示すものと考えられた。