

## 맹장 결찰계(Cecal-ligated Chicken)를 이용한 [15N]urea의 이용성에 관한 연구

손 장 호<sup>†</sup>

대구교육대학교 실과교육과

### A Study on the Utilization of Dietary [15N]urea in Cecal Ligated Chickens

Jang Ho Son<sup>†</sup>

Department of Practical Arts Education, Daegu National University of Education, Daegu 705-715, Korea

**ABSTRACT** The effect of cecal ligation on the utilization of dietary [15N]urea in chickens fed 5 % protein diet plus urea were investigated. Nitrogen balance and utilization tended ( $P<0.01$ ) to increase by cecal ligation. Total uric acid excretion was significantly decrease by ( $P<0.01$ ) cecal ligation in chickens from origin of diet and urea ( $P<0.01$ ). Excretion of ammonia was increased in chickens from origin of diet, where as it decreased in chickens an urea diet ( $P<0.01$ ). Amount of urea nitrogen excretion from origin of urea was significantly decrease ( $P<0.01$ ) by cecal ligation, but cecal ligated chicken fed 5% protein diet with urea showed 51.6% urea utilization. Result obtained in present study indicates that ceca is having beneficial role for urea utilization in chicken fed protein deficient diets, but ceca do not always positive role for nitrogen utilization.

(Key words : nitrogen balance, [15N]urea, 5% protein diet plus urea, cecal ligated chicken)

## 서 론

닭은 체중 kg당 약 15~20 cm 정도의 상대적으로 긴 맹장을 허부 소화관에 한 쌍 가지고 있다(McLelland, 1989). 또한 닭은 방광을 가지고 있지 않고, 신장을 통해서 요관(ureter)으로 배출된 뇨(urine)의 일부는 총배설강(cloaca)에서 약 15~20%가 직장으로 역류하여 맹장으로 유입되며(Akester et al., 1967), 소장 등의 상부 소화관에서 내려오는 소화물과 미소화물의 10~20%가 맹장으로 유입되어서(Son et al., 2002; Son and Karasawa, 2004) 맹장 내에 생존하고 있는 미생물에 의해서 분해된 후(Barnes and Impey, 1974), 재이용되어지는 가능성을 제시하였다(Karasawa, 1989).

한편, Karasawa and Maeda(1992)는 닭에 있어서 유지 에너지에 필요한 수준의 단백질 함량의 사료(Leveille and Fisher, 1958), 즉 사료 중에 단백질 함량이 제한되어 있을 때, 닭의 맹장은 뇨질소(urinary nitrogen)의 재회수에 유익한 역할을 한다는 것을 인공항문이 수술된 닭을 통해서 증명하였다. 그러나 이러한 효과는 일정 수준 이상의 단백질 함량의 사료 급여에서는 나타나지 않았다(Karasawa and Maeda, 1994). 한

편, 맹장 결찰(Son et al., 1996a; Son et al., 1996b) 및 맹장이 절제(Son et al., 1997; Son et al., 2000)된 닭에서는 인공항문이 수술된 닭과는 달리 사료 단백질 수준의 고저에 관계없이 질소 이용에 있어서 상반된 결론이 도출되었다. 이러한 이유를 닭의 맹장내의 물질 유입의 차단 또는 제거로 인한 생리적인 기능의 변화가 요산의 생성 메카니즘에 관여하여 요산 생성을 억제, 전반적으로 질소 이용을 개선시킬 수 있다고 판단하였다(Karasawa et al., 1997). 즉, 맹장 결찰 또는 제거 닭의 요산질소의 배설량은 인공항문 닭과는 상반되며, 질소 이용성도 다르기 때문이다.

본 연구는 [15N]으로 라벨링된 요소(urea)를 이용하여서 맹장 유래 요소의 이용 및 요산태 질소가 맹장 결찰 수술로 인해서 저하되는 원인을 한 번 더 규명하기 위해서 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 동물, 사양 관리, 기초 사료 및 시험 설계

본 연구는 SHINSHU 대학교 실험동물윤리위원회 규정에 의해서 이루어졌다. 공시동물로는 7개월령 단관 백색 레그

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : jhson@dnu.ac.kr

혼종 수컷 12마리를 이용하였다. 공시한 대조구의 6마리의 평균 체중은  $2.212 \pm 0.045$  kg, 맹장 결찰 수술구 6마리의 평균 체중은  $2.310 \pm 0.060$  kg으로, 이들은 12개의 금속제 cage에 각각 수용하여서 실험을 실시하였다. 수술 방법은 맹장 결찰 수술과 모의수술로, 12마리의 닭은 수술 전 12시간 절식을 시킨 후, 체중 kg당 1.0 mL의 Ketamine hydrochloride(Veterinary ketalar 50, Sankyo Co. Ltd., Tokyo, Japan)을 날개 밑 정맥에 주입해서 마취를 시킨 후, 수술대에 보정을 시켜서, 우측 흉골 아래 3 cm를 가로로 절개하여 직결장 및 맹장을 체외로 들어내지 않고 맹장 기시부를 나일론줄(표준직경 0.205 mm)로 결찰 수술을 실시하였다(Son and Karasawa, 2003). 수술 후 절개 부분의 복부 내부에 sulfisominum을 소량 뿌려 주어 세균의 번식을 억제시켰다. 이후, 절개된 부분을 복막, 지방, 근육 및 피부 순으로 봉합을 하였다. 대조구(모의수술)의 6마리에 대해서도 직접 맹장 기시부를 나일론줄로 묶는 것 외에는 맹장 결찰 수술과 동일한 절차를 거침으로서 Poppema and Duke(1992)가 시사한 마취 및 수술로 인한 신경계 등의 생리적 변화의 차이를 최대한 동일하게 하였다. 수술된 닭은 수술 후, 1~2주 동안 플라스틱으로 만든 보호 장구를 수술부위에 붙여둠으로써 수술로 인한 상처 부분이 회복되는 과정에서 닭이 스스로 수술 부위를 쥘 것을 방지하도록 하였다. 수술 4주 후, 본 실험에 이용하였으며, 본 실험 전에는 시판용 성계용 사료(단백질 함량, 14.0%, ME

2,730 kcal/kg diet)를 물과 같이 자유 채식토록 하였다.

본 실험에 사용된 시험 사료는 egg-albumen(건조난백, P-type, Kewpie-egg Ltd., Tokyo, Japan)을 단백질원으로 하는 단백질 함량 5%의 반정제사료(Table 1)를 펠렛형으로 만들어서 매일 아침 09:00에 1일 체중 kg당 35 g(질소 섭취량 280 mg/kg BW)을 7일간 급여하였다. 요소 급여 방법은 6%의 요소용액을 20 cm의 고무관이 부착된 50 mL용 플라스틱 주사기를 이용하여서 요소가 체중 kg당 0.6 g을 섭취할 수 있도록 계상하여서(요소 질소 급여량, 280 mg/kg BW) 시험 사료를 약 5 g 정도 먹었을 때, 식도를 통해서 소량 안으로 직접 넣어 주었으며, 이후 나머지 사료와 물을 먹도록 하였다.

질소 배설량을 분석하기 위해서 배설물 전량을 시험 개시 후 6일째와 7일째 24시간씩 채취하였다. 배설물 회수 방법은 12×23 cm의 이중으로 이루어진 비닐 봉투를 이용하여서 회수하였다. 한편, [15N]으로 라벨링된 요소(16.50 atom % excess)를 일반 요소 용액 급여 방법과 동일하게 급여하였다. 즉, 본 시험 1~5일에는 일반 요소를, 시험 6~7일에는 [15N]으로 라벨링된 요소를 동일량, 동일 방법으로 급여하였다. 이때 채취된 배설물의 부패와 암모니아의 확산을 막기 위해서 비닐 봉투 안에는 5N HCl 용액과 툴루엔( $C_6H_5CH_3$ ) 용액 각각 1.0 mL씩 넣었다. 본 시험의 마지막 날, 시험 사료 섭취 24시간 후에는 날개 밑 정맥에서 혈액을 채취하여서 혈액분석을 실시하였으며, 연이어서 상기에 제시한 방법과 동일하게 닭을

Table 1. The experimental diet formula

Item	%	Mineral premix <sup>1</sup> (mg/kg diet)		Vitamin premix <sup>2</sup> (mg/kg diet)	
Egg albumen	6.03	CaHPO <sub>4</sub>	20,700.00	Vitamin B <sub>1</sub>	15.00
		CaCO <sub>3</sub>	14,800.00	Vitamin B <sub>2</sub>	15.00
Corn starch	81.10	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	10,000.00	Sodium pantothenic acid	20.00
		KCl	1,000.00	Niacin	50.00
Cellulose powder	3.50	NaCl	6,000.00	Vitamin B <sub>6</sub>	6.00
		MgSO <sub>4</sub>	3,000.00	Folic acid	6.00
Corn oil	2.00	FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	333.00	D-biotin	0.60
		MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	333.00	Vitamin K <sub>3</sub>	1.52
Mineral premix <sup>1</sup>	5.63	KI	2.60	Inositol	250.00
		CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	16.70	BHT	100.00
Vitamin premix <sup>2</sup>	1.22	ZnO	620.00	Vitamin D <sub>3</sub>	4,500 ICU
		CoCl · 6H <sub>2</sub> O	1.70	Vitamin A	5,000 USP
Choline chloride	0.25	NaMoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	8.30	Vitamin E	110 IU
		Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	0.10	Glucose	11,625.00

마취시킨 후, 간장과 신장을 채취하여 분석을 위해서 -20°C에 냉동 보관하였다. 그리고 맹장 내용물과 Meckel's diverticulum에서 맹장기시부 사이 및 결장에 들어있는 신선 내용물 전량을 회수하여서 무게를 측정 한 후, 분석을 위해서 -20°C에 냉동 보관하였다.

2. 각종 샘플의 화학 분석법

배설물을 채취하여서 5N 염산을 가볍게 스프레이한 후, 약 55°C에서 24시간 이상 건조 및 분쇄한 후, 총질소, 암모니아, 요소 및 요산 함량을 측정하였다.

총질소 분석은 Kjeldahl 방법에 의해서 분석을 하였다. 요산, 암모니아 및 요소의 분석을 위해서는 건조 후 분쇄된 배설물 1.0 g을 100 mL의 5% Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>에 용해시킨 추출물을 이용하였다. 먼저 요산분석은 추출물 0.1 mL를 0.2%의 uricase 용액 9.9 mL를 이용해서, 12시간 반응 전후의 흡광도(292 nm) 차이로 요산의 함량을 계산하였다(Pudelkiewicz, 1968). 암모니아분석은 추출물 1.0 mL에 10%의 NaClO 0.5 mL와 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.5 mL를 첨가시킨 후, 3,000 rpm에서 5분간 원심분리후, 상청액 0.25 mL에 발색액 1, 2를 각각 1.25 mL씩 넣고 37°C에서 30분 발색시킨 후, 625 nm에서 파장을 측정하는 Colorimeter 방법(Okuda and Fujii, 1966)으로 측정하였다. 요소분석은 urease를 이용한 반응 전후의 흡광도(625 nm) 차이로 분석을 실시하였다(McNab and McNab, 1975). 한편, 혈액, 간장, 신장 및 장 내용물 중에 포함된 각종 질소화합물 분석을 위해서는 혈액을 제외한 내용물은 Homogenizer(UTRA-TURRAX TP 18/10s7)를 이용해서 균질화 시킨 후, 2,500 rpm에서 10분간 원심분리 후, 상청액을 배설물과 같은 방법으로 분석하였다. 혈액의 경우는 채혈 직후 2,500 rpm에서 원심분리 후, 혈청을 분석하였다.

[15N] 요소 유래 각종 질소화합물의 분석을 위해서는 산염기 반응(Fig. 1)으로 확산된 기체를 외경 10.0 mm, 길이 30.0 mm의 유리관에 흡착(Fig. 2)시킨 후, 진공방전관(Fig. 2)을 만들어서 15N Analyzer(N-150, 일본분광공업주식회사)를 이

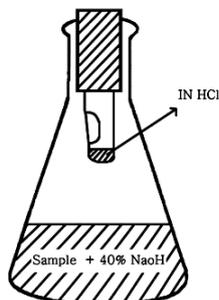


Fig. 1. A reactor of acid-base for [15N] analysis

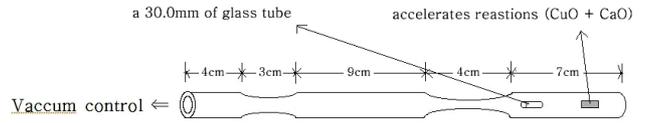


Fig. 2. A vacuum discharge tube for [15N] analysis

용한 발광분석법으로 측정하였다.

3. 통계분석

시험을 통해서 얻어진 성적들은 SPSS/PC Windows 12.0을 이용하여서 GLM procedure로 분산분석을 실시하고, 처리구 간의 비교는 Turkey test로 검정하였다(Steel and Torrie, 1980).

결과 및 고찰

Table 2는 5% 단백질 사료 및 요소 급여의 조건에서 질소의 이용성과 암모니아, 요소 및 요산질소의 배설량에 미치는 맹장 결찰 수술의 영향을 나타내었다.

Table 2. Effect of cecal ligation on nitrogen utilization and balance, and ammonia-N, urea-N and uric acid-N in excreta fed a 5% protein diet plus urea

	Balance <sup>1)</sup> (%) <sup>2)</sup>	Ammonia-N	Urea-N	Uric acid-N
	%	---- mg/kg BW/day ----		
5% protein diet plus urea				
Control	133.9±16.7 (23.9)	74.1±6.1	67.5±12.0	138.0±3.8 <sup>a</sup>
Cecal ligation	188.5±11.5 (33.7)	71.2±2.7	74.0±10.0	105.5±4.9 <sup>b</sup>
Origin of dietary protein				
Control	-10.4±16.6 (-3.7)	38.4±3.7 <sup>a</sup>	54.9±9.5	120.0±3.5 <sup>a</sup>
Cecal ligation	44.0±7.7 (15.7)	68.9±2.5 <sup>b</sup>	42.4±9.1	98.8±4.6 <sup>b</sup>
Origin of dietary urea				
Control	144.2±7.5 (51.5)	35.5±7.4 <sup>a</sup>	12.5±3.5 <sup>a</sup>	18.0±1.5 <sup>a</sup>
Cecal ligation	144.5±8.7 (51.6)	2.4±0.2 <sup>b</sup>	31.6±3.8 <sup>b</sup>	6.7±1.5 <sup>b</sup>

Values are means ± SEM of 6 birds.

<sup>1)</sup>Nitrogen intake-excretion. <sup>2)</sup>Nitrogen balance × 100.

<sup>a,b</sup>Means with different postscripts within a row in same origin differ significantly (P<0.01).

5% 단백질 사료 및 요소 유래 질소 섭취량이 각각 일일 체중 kg당 280 mg으로 총질소 섭취량이 일일 560 mg일 경우, 맹장 결찰 수술은 질소 이용률을 10% 정도 증가시켰다. 한편 5% 단백질 사료 유래 암모니아질소 배설량은 맹장 결찰 수술에 의해서 유의하게 증가하였고( $P<0.01$ ), 요소 유래 암모니아질소 배설량은 맹장 결찰 수술에 의해서 유의하게 감소하였다( $P<0.01$ ). 5% 단백질 사료 유래, 요소질소의 배설량은 맹장 결찰 수술에 의해서 감소하는 경향이 인정되었고, 요소 유래, 요소질소 배설량은 맹장 결찰 수술에 의해서 유의하게 증가하였다( $P<0.01$ ). 5% 단백질 사료 및 요소 유래 요산질소의 배설량은 맹장 결찰 수술로 유의하게 감소하였다( $P<0.01$ ).

Mortensen and Tindal(1984)은 맹장이 발달한 조류의 경우, 맹장경유의 요소질소의 이용 가능성을 시사하였으며, Karasawa et al.(1994)은 닭에 있어서 요소질소의 이용은 맹장을 경유해서 암모니아로 분해된 후 이루어지며, 특히 사료 단백질 함량이 낮을 때 요소질소의 이용성은 더 높다고 하였다. 본 연구에서는 5% 단백질 사료에 요소를 급여하는 것에 의해서 닭도 요소질소의 50% 정도를 이용하는 것으로 나타났으나, 맹장 결찰 수술로 인한 차이는 인정되지 않았다. 즉, 맹장 결찰계도 5% 단백질 사료와 같이 급여한 요소질소를 종래에 보고된 맹장 경유, 암모니아의 분해 과정의 메카니즘을 거치지 않고 이용되는 것으로 나타났다. 닭에서 질소대사의 최종산물인 요산질소도 5% 단백질 사료의 조건에서 뇨(urine)가 맹장으로 역류될 때, 맹장 내 미생물에 의해서 이용될 가능성을 인공항문 닭을 이용한 질소대사 실험을 통해서 보고된 바 있다(Karasawa and Maeda, 1992; Karasawa et al., 1993). 하지만 맹장 결찰계에 있어서 역류된 뇨의 맹장 내 유입이 저지된다는 것은 인공항문계에서도 같은 조건으로 생각할 수 있지만, 닭에 있어서 맹장 결찰 수술은 인공항문 수술과는 달리 요산질소의 배설량을 유의하게 감소시켜서, 결과적으로 서로 다른 질소의 이용성을 나타내었다. 이전의 보고에서는 인공항문계의 경우는 맹장의 상부 소화관으로부터 물질 유입이 가능하지만, 맹장 결찰계는 맹장의 상부 및 하부에서 물질의 유입이 차단되기 때문에, 맹장의 역할만을 볼 때, 서로 다르게 해석해야 한다고 하였다(Son and Karasa, 2003).

Table 3은 5% 단백질 사료 및 요소 급여 24시간 후, 혈액 중 암모니아, 요소 및 요산의 함량에 미치는 맹장 결찰 수술의 영향을 나타내었다.

5% 단백질 사료 및 요소 급여 24시간 후, 혈액 중의 암모니아, 요소 및 요산의 농도는 맹장 결찰 수술로 인한 영향은 인정되지 않았다. Karasawa and Maeda(1992)는 5% 단백질 사료와 요소를 급여하였을 때, 혈액 중 요소의 농도는 급여

**Table 3.** Effect of cecal ligation on ammonia, urea and uric acid in blood

	Ammonia	Urea	Uric acid
	--- $\mu\text{g/mL}$ ---	---mg/100 mL---	
5% protein diet plus urea			
Control	4.7 $\pm$ 0.4	7.7 $\pm$ 0.4	2.1 $\pm$ 0.3
Cecal ligation	5.3 $\pm$ 0.7	8.4 $\pm$ 0.6	2.1 $\pm$ 0.3
Origin of dietary urea			
Control	0.1 $\pm$ 0.02	0.3 $\pm$ 0.08	ND
Cecal ligation	0.2 $\pm$ 0.04	0.2 $\pm$ 0.02	ND

Values are means  $\pm$  SEM of 6 birds.

3시간 이후에 증가되기 시작해서, 6시간 정도에 암모니아 농도와 함께 최고점에 달한다고 하였다. 하지만 이 농도는 급여 9시간째부터 급격하게 감소해서, 급여 14~16시간째부터는 급여 전 수준을 유지한다고 하였다. 한편, March and Biely(1971)는 닭에 있어서 요소의 내성을 조사한 결과, 닭도 요소에 대한 내성이 10~20% 정도는 있음을 보고하였으나, 본 연구의 결과는 닭에 있어서 5% 단백질 사료와 같이 급여한 요소에 대한 내성은 대조계, 맹장 결찰계 모두에서 나타나지 않았다.

Table 4는 5% 단백질 사료 및 요소 급여 24시간 후, 간장과 신장 중의 암모니아, 요소 및 요산의 함량에 미치는 맹장 결찰 수술의 영향을 나타내었다.

5% 단백질 사료 및 요소 급여 24시간 후, 간장과 신장 중의 암모니아 및 요소의 함량은 맹장 결찰 수술로 인한 영향은 인정되지 않았다. 그러나 요산의 함량은 5% 단백질 사료 및 요소 유래 모두 맹장 결찰 수술로 인해서 간장과 신장에서 높았다( $P<0.01$  in the liver), 닭에 있어서 요산의 주요 생성 기관은 간장과 신장(O'Dell et al., 1960)으로, 이전의 연구(Son et al., 1996a, b)에서 맹장 결찰 수술은 요산의 배설량을 감소시킨다고 보고하였다. Isshiki(1976, 1979)와 Son and Karasawa(2000)는 닭에 있어서 맹장 결찰 수술은 맹장 내의 미생물에 의한 이상 발효 또는 맹장대사의 제거가 일어날 수 있다고 하였다. 분명한 것은 이전의 여러 연구들에서 특정 사료 조건에서 닭의 맹장이 요산의 배설 및 이용 등에 직접적으로 관여할 가능성이 있음을 추론할 수 있다. Karasawa(1989) 및 Karasawa and Maeda(1992)는 낮은 수준의 단백질 사료 급여 시, 닭에 있어서 인공항문 수술로 인한 총배설장에서 맹장에서의 요(urine)의 역류 저지는 맹장을 경유하는 요소질소의 재이용을 제거하는 결과로 질소의 이용성을 감소시킨다고 하였다. 본 연구에서도 맹장 결찰은 맹장에서의 뇨(urine)의 유입 저

**Table 4.** Effect of cecal ligation on ammonia, urea and uric acid in the liver and kidney

	Ammonia	Urea	Uric acid	Amonia	Urea	Uric acid
5% protein diet plus urea						
	---mg/g wet wt of liver---			---mg/g wet wt of kidney---		
Control	79.4±6.3	0.4±0.06	0.3±0.05 <sup>a</sup>	89.0±1.9	0.4±0.06	0.4±0.07
Cecal ligation	90.1±5.8	0.6±0.05	0.5±0.06 <sup>b</sup>	91.6±2.6	0.4±0.08	0.6±0.08
Origin of dietary urea						
	---μg/g wet wt of liver---			---μg/g wet wt of kidney---		
Control	5.0±0.4	15.1±4.3	2.7±0.4 <sup>a</sup>	4.9±0.3	20.1±2.4	4.9±0.6
Cecal ligation	4.4±0.4	16.4±1.2	12.8±3.5 <sup>b</sup>	4.3±0.4	21.4±2.4	7.3±1.8

Values are means ± SEM of 6 birds.

<sup>a,b</sup>Means with different postscripts within a row in same origin differ significantly ( $P < 0.05$ ).

지를 의미하는 것으로, 맹장을 통한 요산의 재이용이 일어나지 못한다고 생각할 수 있다. 맹장 결찰 수술로 인한 간장과 신장 중의 요산 농도의 증가는 맹장을 통한 요산의 재흡수가 방해되기 때문에 체내 일정 수준의 요산 농도를 유지해야 하는 측면 즉, 체내 요산에 대한 항상성(Okumura and Tasaki, 1968)이 있을 수 있다고 추론할 수 있겠다. 하지만 닭이 왜, 요산의 균형을 이루려고 하는지에 대해서는 본 연구의 결과만으로는 분명히 할 수는 없다. 그리고 닭에 급여한 요소는 질소의 축적으로는 이용될 수 있을 가능성(March and Biely, 1971;

Karasawa, 1989)이 생각되어진다.

Table 5는 5% 단백질 사료 및 요소 급여 24시간 후, 맹장 기시부를 중심으로한 맹장의 상부 소화관(Meckel's diverticulum에서 맹장기시부 사이), 맹장 및 결장에서 암모니아, 요소 및 요산의 농도를 조사한 결과이다.

Popema and Duke(1992)는 칠면조를 이용한 맹장 결찰 수술에서 맹장 결찰 수술은 맹장의 입구에서 물질의 유입만을 저지한 것을 의미한다고 하였다. 뿐만 아니라 Issikii(1976, 1979)는 닭의 맹장 주위의 혈관을 통한 맹장내로의 물질 유입의 가

**Table 5.** Effect of cecal ligation on ammonia-N, urea-N and total-nitrogen in intestinal contents

Contents	g	Ammonia	Urea	Uric acid	Ammonia	Urea	Uric acid
		5% protein diet plus urea			Origin of dietary urea		
		---- μg/mg wet wt----					
Ileal contents							
Control	12.2±0.4	0.5±0.1	1.3±0.6	ND	0.02±0.006	0.1±0.06	ND
Cecal ligation	10.2±0.3	0.3±0.1	0.7±0.2	ND	0.01±0.07	0.04±0.2	ND
Cecal contents							
Control	1.7±0.6	1.9±0.3 <sup>a</sup>	ND	ND	0.09±0.02 <sup>a</sup>	ND	ND
Cecal ligation	1.9±0.4	0.4±0.1 <sup>b</sup>	ND	ND	0.02±0.07 <sup>b</sup>	ND	ND
Rectal contents							
Control	0.5±0.1	0.5±0.1	1.9±0.9	0.1±0.02	0.03±0.01	0.3±0.1	ND
Cecal ligation	0.5±0.1	0.3±0.1	1.5±0.2	0.04±0.01	0.01±0.01	0.3±0.1	ND

Values are means ± SEM of 6 birds.

<sup>a,b</sup>Means with different postscripts within a row in same origin differ significantly ( $P < 0.01$ ).

능성을 제안하였다. 이러한 가능성은 본 연구에서도 동일하게 나타났다. 또한 맹장내용물의 함량, 맹장의 상부 또는 하부 소화관 내의 내용물의 양은 맹장 결찰 수술로 인한 영향은 인정되지 않았다. 사료 및 요소 유래, 맹장의 상부 및 하부 소화관에서의 암모니아의 함량은 맹장 결찰 수술로 인해서 감소하는 경향이 인정되었으며, 맹장 내 암모니아의 함량은 맹장 결찰 수술로 유의하게 감소하였다( $P<0.01$ ). 사료 및 요소 유래 요소의 함량은 맹장의 상부 소화관에서는 맹장 결찰 수술로 감소하는 경향이 인정되었지만, 맹장의 하부 소화관에서는 차이는 인정되지 않았다. 그러나 맹장 내에서는 사료 및 요소 유래, 요소는 발견되지 않았다. 한편, 소화관 내 요산의 함량은 맹장의 하부 소화관에서 사료 유래로 검출되었으며, 이 농도는 맹장 결찰 수술로 인해서 감소하는 경향이 인정되었다. 그러나 그 외의 장소에서는 사료 및 요소 유래, 요산은 검출되지 않았다. 맹장 결찰계의 맹장의 하부 소화관에서 사료 유래 요산이 검출된 것은 맹장 결찰계에서도 직장의 운동이 일어나서(Lai and Duke, 1978) 노의 일부가 역류가 된다는 것을 시사한 결과로 해석할 수 있다.

이상의 결과를 종합하면, 닭에 있어서 5% 단백질 사료와 같이 급여한 요소는 체내에 질소의 형태로 축적이 가능하며, 요소질소의 이용에 맹장의 역할이 크다고 할 수 있지만, 맹장을 경유하지 않고도 요소질소의 이용 가능성이 있다고 할 수 있다. 뿐만 아니라 맹장 결찰 수술은 요산의 생성을 저하시키는 역할을 하지만, 요산을 일정하게 유지하려는 항상성 때문에 신장에서는 요산의 농도를 증가시키지만, 배설량은 감소시킬 가능성도 생각되어진다.

## 적 요

본 연구는 맹장 결찰계를 이용하여서 [15N]urea의 이용성을 조사하였다. 질소의 balance 및 이용률은 맹장 결찰 수술에 의해서 높아지는 경향이 인정되었다. 이는 맹장 결찰 수술로 인한 요산 배설량의 유의한 감소로 인한 결과였다(사료 및 요소 유래 질소 이용률,  $P<0.01$ ). 닭에 있어서 맹장 결찰 수술은 사료 유래 ammonia 배설량은 증가( $P<0.01$ ), 요소 유래 ammonia 배설량은 감소( $P<0.01$ )시켰다. 요소 유래, 요소질소의 배설량은 맹장 결찰 수술에 의해서 유의하게 증가하였지만( $P<0.01$ ), 맹장 결찰계도 5% 단백질 사료와 같이 급여한 요소를 51.6% 정도 이용하는 것으로 나타났다. 결론적으로 닭에 있어서 단백질 수준이 결핍된 사료와 같이 급여된 요소의 이용에 있어서 맹장은 유의한 역할을 한다고 할 수 있다. 하지만 질소의 이용에 있어서는 반드시 긍정적인 역할만을 한다

고는 결론내릴 수 없다.

(색인어 : 질소균형, [15N]요소, 5% 단백질 사료와 요소, 맹장 결찰계)

## 사 사

본 연구는 대구교육대학교 2010년도 학술연구지원사업으로 이루어졌습니다. 뿐만 아니라 본 연구를 수행함에 있어서 도움을 준 일본 SHINSHU 대학교의 동물영양사료 연구실 연구원들에게 감사를 드립니다.

## 인용문헌

- Akester AR, Anderson RS, Hill KJ, Osbaldiston GW 1967 A radiographic study of urine flow in the domestic fowl. *Bri Poult Sci* 8:209-212.
- Barnes EM, Impey CS 1974 The occurrence and properties of uric acid decomposing anaerobic bacteria in the avian caecum. *J Applied Bacte* 37:393-409.
- Isshiki Y 1976 The effect of amputating the blood vessels and nerves distributed along the cecum on the excretion of cecal feces in chickens. *Jap Poult Sci* 16:344-348.
- Isshiki Y 1979 The effect of intravenous injection of glutamic acid or uric acid on the cecal secretion of nitrogenous compounds in chickens. *Animal Sci and Tech* 50:855-858.
- Karasawa Y 1989 Effect of colostomy on nitrogen nutrition in the chicken fed a low protein diet plus urea. *J Nutr* 119: 1388-1391.
- Karasawa Y, Maeda M 1992 Effect of colostomy on the utilization of dietary nitrogen in the fowl fed on a low protein diet. *Bri Poult Sci* 33:815-820.
- Karasawa Y, Umemoto M, Koh K 1993 Effect of dietary protein and urea on *in vitro* caecal ammonia production from urea and uric acid in cockerels. *Bri Poult Sci* 34:711-714.
- Karasawa Y, Maeda M 1994 Role of caece in the nitrogen nutrition of the chicken fed on a moderate protein diet or a low protein diet plus urea. *Bri Poult Sci* 35:815-820.
- Karasawa Y, Ono T, Koh K 1994 Inhibitory effect of penicillin on caecal urease activity in chickens fed on a low protein diet plus urea. *Bri Poult Sci* 35:157-160.
- Karasawa Y, Son JH, Koh K 1997 Ligation of caeca improves nitrogen utilisation and decreases urinary uric acid excretion

- in chickens fed on a low protein diet plus urea. *Bri Poult Sci* 38:439-441.
- Lai HC, Duke GE 1978 Colonic motility in domestic turkeys. *American J Dig Dis* 23:673-681.
- Leveille GA, Fisher H 1958 The amino acid requirements for maintenance in the adult rooster. I. Nitrogen and energy requirements in normal and protein depleted animals receiving whole egg protein and amino acid diets. *J Nutr* 66: 441-453.
- March BE, Biely J 1971 Urea tolerance in growing and adult chickens. *Poultry Sci* 13:234-249.
- McLelland J 1989 Anatomy of the avian cecum. *J Experimental Zool* 3:2-9.
- McNabb FMA, McNabb RA 1975 Proportion of ammonia, urea, urate and total nitrogen in avian urine and quantitative methods for their analysis on a single urine sample. *Poultry Sci* 54:1498-1505.
- Mortensen A, Tindall AR 1984 The role of urea in nitrogen excretion and cecal nitrogen metabolism in willow ptarmigan. *J Comparative Physiol* 155B:71-74.
- O'Dell BL, Wood WD, Laerdal OA, Jeffay AM, Savage JE 1960 Distribution of the major nitrogenous compounds and amino acids in chicken urine. *Poultry Sci* 39:426-431.
- Okuda H, Fujii S 1966 Determination of blood ammonia by the spectrophotometric method. *Saishin Igaku* 21:622-627.
- Okumura J, Tasaki I. 1968 Urinary nitrogen excretion in fowls fed acid or alkali. *J Nutr* 95(2):148-152.
- Popema TF, Duke GE 1992 The effectiveness of ligation or detaching ceca as an alternative to cecectomy. *Poultry Sci* 71:1384-1390.
- Pudelkiewicz WJ, Stutz WW, Matterson LD 1968 Determination of uric acid in avian excreta by use of uricase and differential spectrophotometry. *Poultry Sci* 47:1274-1277.
- Son JH, Karasawa Y, Koh K 1996a Comparative effect of ligation of ceca on nitrogen utilization and nitrogen excretion in chickens fed a low protein diet or a low protein diet plus urea. *Animal Sci and Tech* 67(2):171-174.
- Son JH, Karasawa Y, Koh K 1996b Effects of ligation of ceca on nitrogen utilization and nitrogen excretion in chicken fed a moderate protein diet or a moderate protein diet plus urea. *Jap Poult Sci* 33(3):193-197.
- Son JH, Karasawa Y, Nahm KH 1997 Effect of cecectomy on nitrogen utilization and nitrogen excretion in chickens fed a low protein diet supplied with urea. *Asian-Aust J Anim Sci* 10(3):274-276.
- Son JH, Karasawa Y 2000 Effect of removal of caecal contents on nitrogen utilization and nitrogen excretion in caecally ligated chickens fed a low protein supplemented with urea. *Bri Poult Sci* 41:69-71.
- Son JH, Karasawa Y, Nahm KH 2000 Effect of caeectomy on growth, moisture in excreta, gastrointestinal passage time and uric acid excretion in growing chicks. *Bri Poult Sci* 41:72-74.
- Son JH, Ragland D, Adeola O 2002 Quantification of digesta flow into the caeca of roosters. *Bri Poultry Sci* 43:322-324.
- Son JH, Karasawa Y 2003 Comparative effect of caecal ligation and colostomy on nitrogen utilisation in chickens fed low protein or urea-supplemented low protein diets. *J Poult Sci* 40:92-100.
- Son JH, Karasawa Y 2004 A study on the back flow of urine into caeca of roosters. *J Poult Sci* 41:186-192.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and procedures of statistics. Int Student Ed. McGraw Hill, Tokyo.
- (접수: 2010. 11. 16, 수정: 2010. 12. 28, 채택: 2011. 1. 11)