

# 꽃사슴의 단백질 요구량에 관한 연구

建大 酪農學科 梁時容

## I. 서 론

80년대에 접어들면서 축산물 수입개방 압력으로 인하여 경쟁력이 강한 대체 축산업으로서의 양육산업에 대한 관심이 높아져서 사슴사육가구수와 사육두수는 매년 증가하고 있으나, 이를 뒷받침할 만한 사슴의 영양소요구량 설정 및 기타 사양 전반에 걸친 연구가 미흡한 실정이다. 외국의 경우 적록, 엘크, 흰꼬리 사슴, 로우사슴등에 대한 영양사양적 연구가 상당히 활발히 진행되어 왔지만, 동북아시아권에 서의 꽃사슴에 관한 연구는 일본과 대만에서 불과 몇년전부터 행하여져 왔고, 정작, 녹용의 세계적 소비국인 우리나라에서는 이에 대한 연구가 극히 미미한 실정이다. 또한, 국내에서 사육되고 있는 사슴의 90% 이상이 꽃사슴이라는 것을 감안할 때 외국에서 보고 되는 흰꼬리 사슴이나 많은 것으로 지적되고 있어 꽃사슴의 독자적 사양표준설정을 위한 영양소요구량 규명이 절실히 요구되고 있다.

사슴의 영양에 있어서 다른 축종과 마찬가지로 에너지와 함께 단백질 함량이 생산성과 신체적 발달에 있어서 가장 중요한 요인으로 추정된다(Smith등, 1975).

사슴의 단백질 요구량에 대한 외국의 연구결과를 보면, 흰꼬리 사슴에 있어 French 등(1955)은 1세 이상 사슴의 유지를 위한 단백질 요구량은 7-8%이며, 유지와 성장을 위한 단백질 요구량은 14-18%라고 추정하였다. 또한 McEwen 등(1957)은 흰꼬리 사슴에 17% CP를 함유한 사료를 급여시 최대의 골격과 뼈 성장을 보였다고 보고하였으며, McEwan과 Whitehead(1970)은 reindeer와 caribou에 있어 유지를 위한 질소 요구량은 0.46kg/kgW<sup>0.75</sup>라고 보고하였다. 흰꼬리사슴 새끼의 유지와 성장을 위한 단백질 요구량은 French 등(1956)의 13-16%, Ullrey 등(1967)의 20%, 그리고 Smith 등(1975)의 25% 등 다양하게 추정되었다.

또한 사슴의 영양소 요구량은 품종, 계절, 성별, 나이 등 여러 요인에 따라 다르며 조사료의 생산환경도 다르므로 우리의 환경에 적합한 사슴의 영양소요구량을 결정하는 것이 절실하다고 본다.

따라서 본 연구는 1) 사료내 단백질 함량이 female 육성 꽃사슴에게 미치는 영향, 대사, 생리적 효과 규명. 2) Female sika deer의 대사성 분질소(metabolic fecal N)함량과 유지를 위한 단백질요구량을 규명하기 위한 목적으로 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험동물

생후 1년 된 평균체중 40kg의 female sika deer 3마리를 약 7개월간 순화시킨 후 시험축으로 공시하였다. 이 기간 동안에는 ad libitum으로 pen안에서 길렀으며, 이 동안에 Cowan 등(1969)의 사슴용 대사를 등을 참조하여 각 pen의 크기는 가로 1.4m, 세로 1.8m, 높이 2m로 하여 제작하였고, 분과뇨의 손실을 최소화하기 위해 바닥에 경사를 주었다. 실험에 들어가기 앞서 12% CP를 함유한 실험사료를 배합, 급여하여 사료에 적응토록 하였으며, 모든 동물은 처음 trial은 임의배치한 후 연속해서 다음 trial에 전과 동일한 사료를 급여하지 않는 조건 속에서 각 trial 당 시험사료에 배치하였다.

### 2. 시험사료

Female sika deer의 단백질 요구량 추정 은 질소균형(N balance)법에 의하여 수행되었다(Smith 등, 1975; Holter 등, 1979). 3마리의 female sika deer는 동일한 에너지(64% TDN) 수준하에 단백질 함량이 각기 다른 3가지 사료(7%, 12%, 17% CP)를 각각 급여하였다. 각 시험사료의 성분과 화학적조성은 Table 1에 제시되어져 있다.

같은콩, 대두박, 그리고 미네랄을 함유한 농후사료는 각 trial의 시행전에 미리 혼합하였다. 옥공이, 농후사료, 그리고 갈

아은 급여하기 전에 각기 무게를 재어 손으로 혼합하여 급여하였다. 사료급여는 오전 7시와 오후 7시에 같은 양을 하루에 두 번 급여하였으며(1,400 g/d, wet basis), 물은 자유급식케 하였다.

### 3. 시행(Trials)

1992년 6월부터 10월에 걸쳐 3번의 trial이 수행되었으며, 각 trial은 5일의 전환기간(transition period), 10일의 예비기간(preliminary period), 7일의 채집기간(collection period)으로 이루어졌다. Trial간의 공백기간에는 12%의 단백질을 함유한 기초사료를 모든 공시동물에게 급여하였으며, 전환기간(transition period)동안 사료 급여시마다 10%씩 새로운 시험사료로 대체하여 사료에 적응토록 하였고, 10일의 예비기간(preliminary period)동안 분, 뇨 채집과 혈액채취에서 앞서 시험사료에 완전히 적응시켰다.

### 4. 시료채취 방법 및 처리

사료성분은 채집기간(collection period) 개시 2일 전부터 시작하여 채집기간(collection period) 완료 2일 전까지 매일 채취하였다. 섭취하지 않고 남긴 잔여사료는 무게를 재 후 채취하였고, 채취한 사료와 잔여사료는 비닐백에 밀봉하여 분석시까지 -20 °C에서 냉동보관하였다.

모든 동물은 채집기간(collection period) 다음날 xylazine(rompun)을 이용하여 마취시킨 후 체중을 재고 혈액을 채취하였다. 혈액채취는 채집기간(collection peri

Table 1. Ingredient and chemical compositions of diets<sup>a</sup>

Item	Dietary protein levels		
	Low	Medium	High
Ingredient composition <sup>b</sup>	..... % .....		
Corn	39.03	28.96	16.50
Soybean meal	0	9.64	22.09
Oak leaves	16.96	30.68	30.79
Corn cob	42.40	29.51	29.57
Dicalcium phosphate	0.91	0.56	0.38
Limestone	0.50	0.45	0.47
Vitamin-mineral mix <sup>c</sup>	0.20	0.20	0.20
Chemical composition			
Dry matter	89.7	89.7	90.1
Organic matter <sup>b</sup>	93.5	93.1	92.2
Crude protein <sup>b</sup>	6.6	11.7	17.3
Acid detergent fiber <sup>b</sup>	28.5	26.2	28.7
Ash <sup>b</sup>	6.5	6.9	7.8

<sup>a</sup>Formulated to contain 0.6% Ca and 0.4% P.

<sup>b</sup>Dry matter basis

<sup>c</sup>Vit A, D<sub>3</sub>, E, K, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, pantotenate, niacin, folacin, choline, Fe, Cu, Mn, Zn, I, Co, Se.

od)이 끝난 다음날 오전 사료급여 3시간 후에 경정맥에 주사기를 주입하여 10ml 씩 2반복으로 채취하였다. 마취는 흥분에

의한 효과와 낮 동안 혈액의 화학적 성분 변화를 최소화하기 위하여 오전에 실시하였으며, 채취한 혈액은 곧바로 heparin이

담긴 병에 넣어 ice box에 담아 실험실로 운반하여 tungstic acid로 단백질을 분리시킨 후 No. 42 Whatman filter paper로 여과시킨 후 그 여과액은 나중의 urea-N 분석을 위하여 -20 °C에서 냉동보관하였다.

7일간의 채집기간(collection period)동안 분은 매일 채취하여 forced air dry oven에서 최고 60 °C, 48h동안 건조시킨 후 플라스틱 통에 완전히 밀폐시키지는 않고 보관하였다. 각 trial이 끝난 후 총 분량을 재고, 혼합하여 시료를 채취한 후 Wiley Mill을 이용하여 2mm로 분쇄, 밀봉하여 보관하였다. 오줌은 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(V/V) 15ml과 500ml distilled H<sub>2</sub>O를 담은 플라스틱 통에 전량 수집한 후, 실험실 내에서 distilled H<sub>2</sub>O로 일정량까지 희석시킨 다음 2%의 시료를 채취하여 냉장고에 보관하였다.

### 5. 화학분석

급여사료, 잔여사료, 그리고 분의 dry matter 함량은 60 °C로 48h 동안 forced air dry oven에서 항량에 도달할 때까지 건조시켜 구하였다. 급여 사료, 잔여 사료, 그리고 분의 ash함량은 550 °C로 3h 동안 muffle furnace에서 회화시켜 구하였으며, organic matter 함량은 시료의 DM에서 ash를 빼서 구하였다. 급여사료, 잔여사료, 그리고 분의 acid detergent fiber 함량은 Goering와 Van Soest의 방법(1970)으로 분석하였다.

Nitrogen 분석(AOAC, 1985)을 위하여

급여사료와 잔여사료는 wet sample을, 분은 dry sample을 이용하였으며, 오줌은 pipette로 5g씩 채취하여 분석하였고, 모든 분석은 2반복으로 수행되었다.

혈장 urea-N은 Coulombe와 Favreau의 방법(1963)에 의해 분석하였다.

### 6. 통계분석

Experimental design은 3\*3 Latin Square 방식(Fig. 1)을 채택하였고, 통계 분석은 SAS(1985) 통계 package의 General Linear Model을 이용하였으며, 평균값의 비교는 Duncan의 multiple range test를 이용하였다.

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
D <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Ti = trial Di = deer Pi = dietary protein level
D <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	
D <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	

Fig. 1. 3\*3 Latin Square design

## II. 결과 및 고찰

### 1. 소화율(Apparent digestibility)

DM의 소화율은 62-66%로서 사료내 단백질 수준에 의해 영향을 받지 않았다(Table 2). OM의 소화율도 64-68%로서 처리에 의해 영향을 받지 않았으며, DM 소화와 비슷한 경향을 보였다. CP의 소화

율은 사료내 단백질 수준이 증가함에 따라 20%까지 증가하였는데, 이는 Smith 등(1975) 및 Holter 등(1979)의 보고와 비슷하였다. Smith 등(1975)에 의하면 이러한 결과는 단백질과 에너지의 비율이 너무 낮아 단백질 소화가 효과적으로 일어나지 않았거나 저단백질 사료에 있어 아미노산 조성형태가 적합하지 않은 때문이라고 추정하였다.

사료내 단백질 수준에 따라 ADF소화

율은 통계적 유의차가 인정되었다. Mould와 Robbins(1981) 및 Holter 등(1979)은 사료내 단백질 수준이 증가함에 따라 ADF의 소화율이 증가한다고 보고한 반면, Smith 등(1975)은 ADF의 소화율은 단백질 수준에 의해 영향을 받지 않았다고 보고하였는데, 본 실험에 있어 ADF소화율은 일정한 경향을 보이지 않는 것으로 보아 사료내 단백질 수준에 따른 영향보다는 사료 자체의 오차로 추정된다.

Table 2. Apparent digestibility of experimental diets.

Item	Dietary protein levels			SE
	Low	Medium	High	
	..... % .....			
Dry matter	65.9 <sup>a</sup>	61.7 <sup>a</sup>	65.7 <sup>a</sup>	1.23
Organic matter	67.4 <sup>a</sup>	63.7 <sup>a</sup>	67.9 <sup>a</sup>	1.11
Crude protein	40.9 <sup>a</sup>	56.7 <sup>a,b</sup>	69.5 <sup>b</sup>	3.61
Acid detergent fiber	46.9 <sup>a</sup>	30.5 <sup>b</sup>	37.3 <sup>a,b</sup>	2.40

<sup>a,b,c</sup>Different superscripts mean statistical difference ( $P < .05$ )

## 2. 질소균형(Nitrogen balance)

단백질 수준을 달리하였을 때 female sika deer의 질소균형에 관한 결과는 Table 3과 같다. 사료내 단백질 수준에 따라 일당 질소섭취량은 사료내에 현저한 차이를 보였다( $P < .05$ ). 분으로 배설되는 질소는 사료내의 단백질 수준에 의해 영향을 받지 않았으며, 오줌으로 배설된 질소는 사료의 단백질수준에 따라 증가하였

다( $P < .05$ ). 질소 축적률은 26-39% 범위로서 양의 균형을 나타내었고, 사료내 단백질 함량이 증가함에 따라 증가하는 경향이었으나 통계적으로는 유의성이 인정되지 않았다.

이와같은 결과는 여러 반추가축 및 야생반추동물의 실험에서 유사한 결과를 보였는 바, Griffiths(1984)는 육성우에 있어서 질소 섭취량이 증가함에 따라 뇨중 질

소 배설량이 많아진다고 하였고, 가용성 단백질 섭취량이 증가되면 뇨로써 배설되는 질소가 많아진다(Wanapat 등, 1982)고 보고하였다. Smith 등(1975)은 새끼사슴에 있어 사료내 단백질 수준의 증가와 함

께 일일 질소섭취량, 분과 오줌으로 배설되는 질소함량이 증가한 반면, 질소축적률은 감소한다고 보고하였고, Priebe (1987)등의 새끼영양에 대한 실험에서도 Smith 등(1975)과 같은 결과를 보였다.

Table 3. Nitrogen balance of experimental diets

Item	Dietary protein levels			SE
	Low	Medium	High	
Intake, g/d	11.4 <sup>a</sup>	22.4 <sup>b</sup>	31.3 <sup>c</sup>	1.29
Excretion, g/d				
Fecal	6.7 <sup>a</sup>	9.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	1.13
Urinary	1.6 <sup>a</sup>	5.5 <sup>b</sup>	9.4 <sup>c</sup>	0.22
Total	8.3 <sup>a</sup>	15.2 <sup>a,b</sup>	19.4 <sup>b</sup>	1.20
Absorption				
g/d	4.6 <sup>a</sup>	12.7 <sup>b</sup>	21.4 <sup>c</sup>	.55
Retention				
g/d	3.1 <sup>a</sup>	7.2 <sup>b</sup>	12.0 <sup>c</sup>	.33
% intake	26.9 <sup>a</sup>	31.8 <sup>a</sup>	38.9 <sup>a</sup>	3.56
% absorbed	65.6 <sup>a</sup>	56.4 <sup>a</sup>	56.4 <sup>a</sup>	4.35

<sup>a,b,c</sup>Different superscripts mean statistical difference ( $P < .05$ )

### 3. 혈중 urea-N

혈중 urea-N 함량은 Table 4에 제시되어 있는 바와 같이 꽃사슴의 혈중 urea-N 농도는 사료내 단백질 함량 증가에 따라 증가하였다( $P < .05$ ). 이러한 결과는 야생동물에서의 보고 (Franzmann, 1972; Seal 등, 1972)와 반추가축에서의 보고

(Preston 등, 1961; Torell 등, 1974; Pfander 등, 1975; Bunting 등, 1987)와 일치하고 있다.

Kirkpatrick 등(1975) 및 Seal 등(1972)은 야생 반추동물, 특히 사슴에 있어서 혈중 urea-N 함량이 단백질 섭취에 대한 훌륭한 지표가 된다고 보고한 바 있으며,

특히 산양에 대한 Franzmann(1972)의 보고와 흰꼬리 사슴에 대한 Seal 등(1972)에 의하면, 혈중 urea-N 함량은 보정이나

마취에 의해 쉽게 영향을 받지 않는다고 보고하였다.

Table 4. Blood urea-N of 2-year old female sika deer fed low, medium and high protein diets

Item	Dietary protein levels			SE
	Low	Medium	High	
Blood urea-N, mg/dl	11.6 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a,b</sup>	40.8 <sup>b</sup>	3.37

<sup>a,b,c</sup>Different superscripts mean statistical difference ( $P < .05$ )

#### 4. 대사성 분 질소(Metabolic fecal N)

본 시험에서 대사성 분 질소 함량은 Fig 1과 같이 regression을 이용하여 구한 바(Smith 등, 1975; Holter 등, 1979), 그 회귀방정식은 다음과 같으며 구해진 함량은 5.2g/d로서, 이것은 0.32g/kgW<sup>0.75</sup>DM에 해당된다.

$$g \text{ ADN/g/d} = 0.848(g \text{ TNI/g/d}) - 5.2$$

$$r^2 = 0.99,$$

이때, ADN = Apparent digestible N,

TNI = Total N intake.

Apparent digestible N은 일일 total N intake에 대하여 regression을 이용하여 구하였으며,  $r^2$ 은 0.99로서 높은 상관관계를 보였고 대사성 분 질소 함량은 extrapolation에 의해 구하였다. 대사성 분 질소는 섭취사료에 의해 분에 나타나는 질소가 아니라, 특히 점막이나 소화기관으로부터

유래한 상피세포나 소화액, 그리고 미생물의 세포로부터 유래한 질소를 말한다. Smith 등(1975)은 흰꼬리 사슴새끼를 이용한 실험에서 대사성 분 질소는 0.36g/kgW<sup>0.75</sup>/d 또는 0.37g/100gDM라고 추정하였으며 이는 본 시험의 결과와 유사하였다.

#### 5. 유지를 위한 단백질 요구량(Protein requirement for maintenance)

사슴에 대한 단백질 요구량은 주로 regression을 이용하여 구한 바(Smith 등, 1975; Holter 등, 1979), 본 시험에서도 단백질 함량을 달리한 사료를 급여하여 female sika deer의 유지를 위한 단백질 요구량을 추정하였다. Fig. 2에서 처럼 regression을 이용하여 추정한 유지를 위한 질소 요구량은 4.8g/d DM로서 이것은 1.81CP

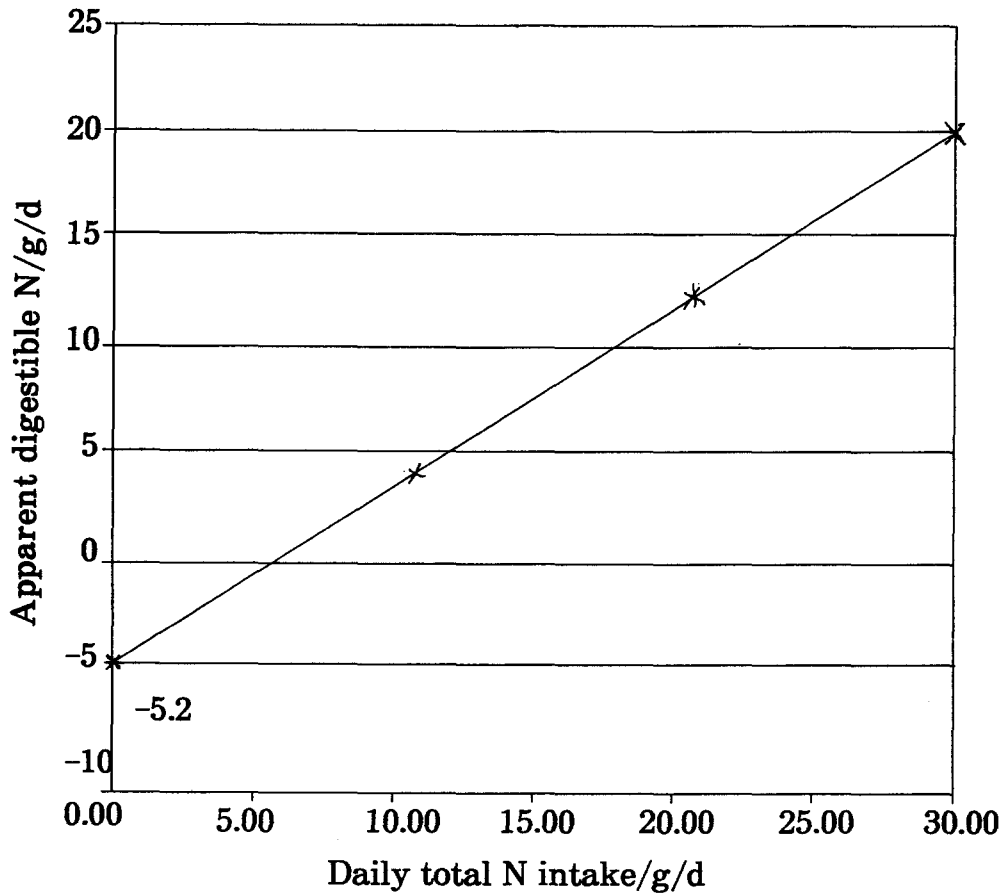


Fig. 2. Relationship between daily intake of total nitrogen and apparent digestible nitrogen for female sika deer.

g/kdW<sup>0.5</sup>/d에 해당하며, 그 회귀방정식은 다음과 같다.

$$g \text{ DNR/g/d} = 0.439(g \text{ DNI/g/d}) - 2.11$$

$$r^2 = 0.99$$

이때, DNR = Daily N retention,

DNI = Digestible N intake

#### IV. 요 약

본 시험은 3마리의 2년생 female sika deer에게 동일한 에너지 수준하에 단백질 함량(7%, 12%, 17%)이 각기 다른 사료를 급여하였을 때, 사료 영양소의 이용성 변화 및 체내 N 대사, 유지를 위한 단백질 요구량, 대사성 분질소 함량 등을 규명하기 위하여 실시하였으며, 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. DM, OM, ADF의 소화율을 사료내 단백질 함량에 따른 차이를 보이지 않았



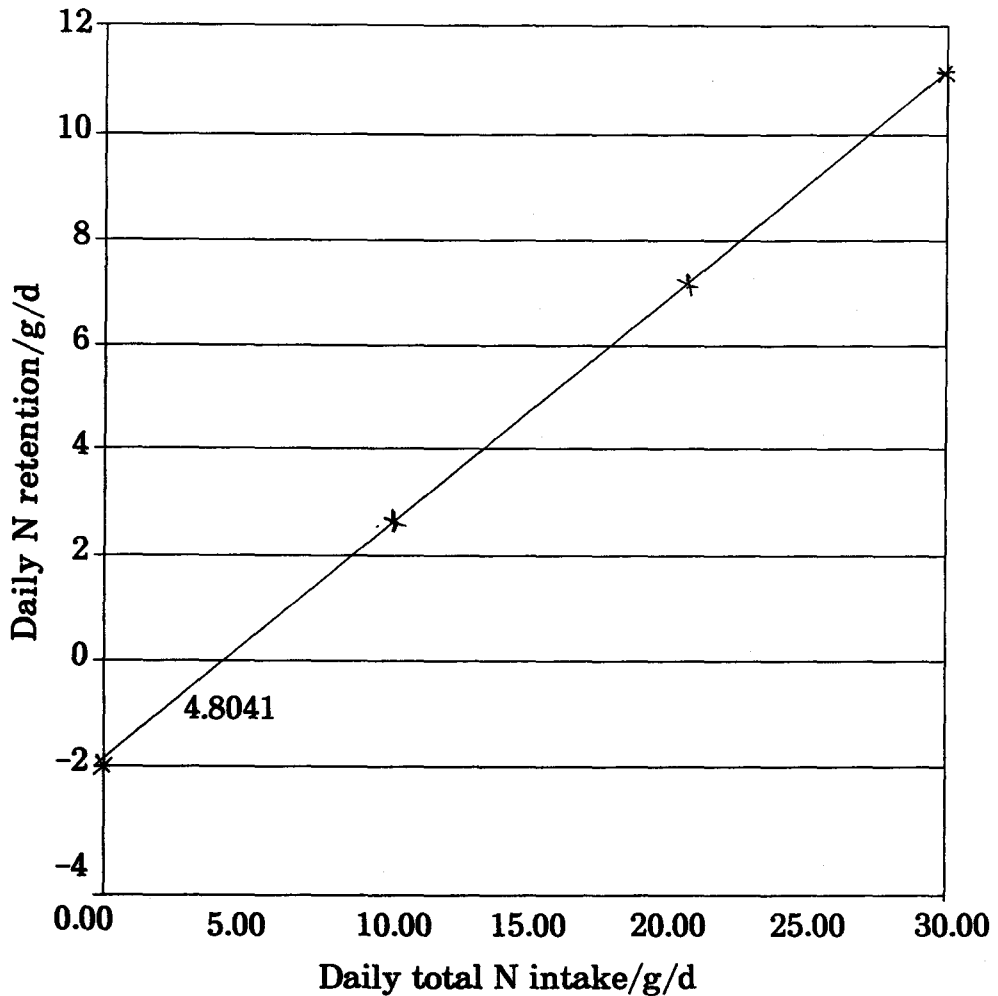


Fig. 3. Effect of daily intake of digestible nitrogen on nitrogen retention in female sika deer.

으며( $P > .1$ ), CP의 소화율은 사료내 단백질 수준이 증가함에 따라 향상되었다( $P < .05$ ).

2. 사료내 단백질 함량이 증가함에 따라 분과 뇨의 N 배출량 모두 증가하였으며( $P < .05$ ), 사료내 단백질 수준이 7, 12, 17% 이었을 때 N retention은 각각 26.9, 31, 8, 38.9%였다.

3. 혈중 urea-N 함량은 사료내 단백질 함량의 증가에 따라 현저하게 증가하였다( $P < .05$ )

4. Female sika deer의 유지수준의 단백질요구량(protein requirement for maintenance)은  $1.81\text{g}/\text{kgW}^{0.75}/\text{d}$ 다.

5. 대사성 분 질소(metabolic fecal N) 함량은  $0.32\text{g}/\text{kgW}^{0.75}/\text{d}$ 였다.