

거세한우의 유지에너지 요구량 결정

김경훈* · 오영균* · 김 원** · 이상철* · 신기준* · 전병태**

농촌진흥청 축산기술연구소*, 건국대학교 자연과학대학 생명자원과학부**

Determination of Energy Requirements for Maintenance in Hanwoo Steers

K. H. Kim*, Y. G. Oh*, W. Kim**, S. C. Lee*, K. J. Shin* and B. T. Jeon**

National Livestock Research Institute, RDA*,

School of Life Resource Environment Science, College of Natural Science, KonKuk University**

ABSTRACT

This experiment was carried out to determine energy requirements for maintenance of Hanwoo steers. Nine Hanwoo steers weighing 376.6 ± 12.5 kg were used in this experiment and fed rice straw(44%) and concentrate (56%) at three different energy levels; 0.8 times maintenance(0.8M), 1.2 times(1.2M) and 1.6 times(1.6M), respectively. Dry matter intake was 48.5, 65.9 and 86.5g/BW^{0.75} for 0.8M, 1.2M and 1.6M, respectively. Increase in energy intake with the increased DM intake did not affect digestibilities of dry matter, organic matter, crude protein, crude fiber, crude fat and nitrogen-free extract. Gross energy intake averaged 190.8, 255.8 and 340.9kcal/BW^{0.75} for 0.8M, 1.2M and 1.6M, respectively. Energy loss was 41% feces and 0.6~ 5% urine of gross energy intake. Further, energy loss from methane produced during rumen fermentation was 5 ~ 9%, while body heat loss averaged 40 ~ 60%. Intercept of the regression equation between ME intake and retained energy indicated that energy requirement for maintenance was 124.3kcal ME/BW^{0.75}.

(Key words : Energy requirement, Energy balance, Hanwoo steers, MEM)

I 서 론

가축이 섭취한 영양소는 생산활동과 기본적인 생명현상을 유지하기 위해 쓰여진다. 그 중에서 체중의 증감 없이 생명현상만을 유지하기 위해 반드시 필요로 하는 영양소의 양을 유지요구량이라 하는데, 절식 시에는 생명유지를 위한 대사작용, 즉 체온조절, 호흡, 혈액순환, 근육운동 등을 계속하기 위해서 체조직을 분해 이용하게 된다. 유지에너지 요구량이란 실제 사양조건에서는 다분히 이론적 설정으로만 간주하기 쉽지만, 비육우가 생산을 위해 필요로 하는 요구량의 65 ~ 75%가 유지를 위해 쓰이기 때문에(Cartwright, 1970; Gregory, 1972; Ferrell

과 Jenkins, 1984) 생산을 위한 에너지요구량을 정확히 공급하기 위해서는 유지요구량이 먼저 결정되어야 한다.

유지에너지 요구량을 결정하는 시험법은 첫째, 일정 체중을 유지하기 위한 장기간의 사양 시험법(Taylor 등, 1981), 둘째, 에너지 균형법(이 등, 2003a,b), 셋째, 비교도체법(Lofgreen과 Garrett, 1968)이 있다. 첫째 방법은 시험 수행이 비교적 쉽지만 많은 공시축을 필요로 하며, 성축, 비임신우, 비 비유우의 시험에서는 비교적 적합한 시험이다. 그러나 성장과정과 임신우, 비유우 등에서는 시험기간 동안 체성분 또는 체중의 변화와 관련이 있기 때문에 문제점을 안고 있다. 한우에 있어서 유지에너지 요구량

Corresponding author : K. H. Kim, National Livestock Research Institute, R. D. A. Suwon 441-350, Korea, Tel : 031-290-1656, E-mail : kh665@rda.go.kr

결정 시험은 대부분 에너지균형법에 의해 성빈우(탁 등, 1983), 육성빈우(정 등, 1992a), 수소(이 등, 2003a,b)를 공시하여 이루어졌다. 그러나 거세우가 1일 필요로 하는 에너지요구량에 대해서는 아직 연구된 바가 없고, 1992년에 개정된 “한국표준가축사료급여기준(한우)”에서는 거세우는 물론, 암소의 유지에 필요한 에너지요구량을 이(1991)의 실험 결과에서 얻은 비거세 수소의 유지요구량을 동일 적용하였다. 유지를 위한 에너지요구량은 성간에 차이가 있다는 것은 분명히 밝혀져 있다. Webster 등(1977)은 Hereford×Friesian 수소는 기초대사량이 거세우보다 약 20% 높다고 보고하였고, Ferrell과 Jenkins(1985)의 연구결과에서는 Simmental 수소의 유지에너지 요구량이 80.8kcal/BW^{0.75}로 미경산우보다 약 9% 높았다.

고급육 생산을 위해 거세는 반드시 필요한 전제 조건이 되고 있고, 거세의 필요성에 대한 정책적 장려에 의해 거세 비율이 높아지고 있는 현실점에서 거세우의 유지에너지 요구량을 구하는 실험이 수행되어야 한다. 본 연구는 평균 380kg의 거세우를 공시하여 1일 필요로 하는 유지를 위한 에너지요구량을 구하기 위해 실시하였다.

II 실험 및 방법

1. 사료에너지 급여수준과 조농비율의 결정

사료에너지 급여수준은 이(1991)가 제시한 한우 수소의 유지대사에너지 요구량(Metabolizable energy for maintenance; MEm) 102.7 kcal/BW^{0.75}을 기준으로 유지수준(M)의 0.8배(0.8M), 1.2배(1.2M), 1.6배(1.6M)의 3단계로 설정하고 배합사료의 에너지 농도와 배합사료와 조사료(볏짚)의 적정 비율을 검토하였다. 유지수준에서의 대사체중당 DM 섭취량을 60g 수준에서 검토한 결과, 에너지 농도가 낮은 사료를 섭취해야 하기 때문에 배합사료 보다는 대사에너지 함량이 낮은 볏짚의 급여비율이 90% 이상으로 높아지게 되고, 예비시험으로 사용된 체중 약 350kg의 거세한우는 약

5.5kg의 볏짚을 섭취해야 하는 것으로 추정되었다. 이 경우, 유지수준의 1.6배를 섭취해야 한다면, 볏짚 급여량은 더욱 많아져 볏짚의 전량섭취가 불가능하다는 것이 예비실험을 통해 확인하였다. 따라서 유지수준에서의 DM 섭취량을 48g/BW^{0.75} 수준까지 검토한 결과, 48g 수준에서 볏짚 비율이 약 56%가 되며 1.6M의 사료급여 수준에서도 전량섭취가 가능하다는 것을 확인하였다. 따라서 유지수준의 대사에너지 102.7kcal/BW^{0.75}를 대사체중당 48g의 건물 섭취량을 통해 공급되도록 하려면 350kg의 예비시험축은 1일 4.4kg의 사료 건물을 섭취하여 8.3Mcal의 에너지가 공급되는 사료설계(1.88Mcal/kg DM)를 하면 시험에 문제가 없을 것으로 추정하였다.

2. 공시축과 시험사료

6개월령에 거세한 평균체중 376.6±12.5kg의 한우 9두를 공시하였고, 시험사료는 대사에너지가 kg당 1.88Mcal가 되도록 Table 1과 같이 배합하여 급여하였다.

Table 1. Ingredient and chemical composition of an experimental diets¹⁾

Item	
Concentrate(%)	
Corn	13.6(30.9) ²⁾
Wheat bran	12.0(27.3)
Soybean meal	16.7(37.9)
Limestone	0.9(2.1)
Tricalcium phosphate	0.6(1.4)
Vitamin mix ³⁾	0.2(0.3)
Rice straw(%)	56.0
CP(%) ⁴⁾	13.0
ME(kcal/kg) ⁴⁾	1,883

¹⁾ Values represents as fed basis.

²⁾ Values in parenthesis represent percentage of concentrate.

³⁾ Contained following nutrients per kg : Vitamin A, 2,650,000IU; Vitamin D₃, 530,000IU; Vitamin E, 1,050IU; Niacin, 10,000mg; Mn, 4,400mg; Zn, 4,400mg; Fe, 13,200mg; Cu, 2,200mg; I, 440mg; Co, 440mg; B.H.T, 10,000mg.

⁴⁾ Calculated values.

3. 대사시험 방법

시험축의 에너지섭취량은 시험사료의 급여량으로 조절하였으며, 시험축의 대사율이 0.8M, 1.2M, 1.6M의 에너지 섭취 수준에 안정적으로 도달했는지를 체중의 변화를 통해 판단하였는데 평균 2주는 소요되었다.

분뇨 수거를 위한 대사시험 장치는 본 시험을 수행하기에 충분하였지만, 호흡챔버가 1기뿐이기 때문에 1회에 0.8M, 1.2M, 1.6M의 각각 1두씩 총 3두 공시하여 에너지 수준별 대사시험을 7일간 수행하였다. 8일째 저에너지 수준부터 호흡챔버로 이동하여 첫째날은 호흡챔버 적응기간으로 두었고, 2일째의 결과를 분석에 이용하는 방법으로 3회 시험을 하였다.

사료는 오전 9시 30분과 오후 5시에 2회로 균등분할 급여하였고 물과 칼슘, 인 공급용 린 칼블록은 자유 섭취케 하였다.

4. 시료분석

분, 뇨 시료의 처리방법, 화학분석 그리고 열 발생량 측정법은 이 등(2003a,b)이 기술한 방법에 따라 실시하였다.

III 결과 및 고찰

1. 사료성분

농후사료와 조사료의 조단백질 함량은 각각 23.1%, 4.7% DM이었다. 한국표준사료성분표

Table 2. Chemical composition of experimental diet

Item	Concentrate	Rice straw
Dry matter, % DM	87.45	90.38
Crude protein, % DM	23.14	4.66
Ether extracts, % DM	2.49	1.34
Crude fiber, % DM	4.80	30.47
Crude ash, % DM	6.71	12.42
NFE, % DM	50.32	41.51
Gross energy, Mcal/kg	4.03	3.87

(2002)에는 볏짚의 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분 함량이 건물당 각각 5.1, 2.0, 32.0, 16.8%로 나타나 있으나, 본 시험에서 급여한 볏짚의 성분 함량(Table 2)은 조금씩 낮았다.

2. 영양소 섭취량

Table 3에는 에너지 급여 수준별 건물, 조단백질, 에너지 섭취량을 나타내었다. 0.8M의 에너지 수준은 물론 1.2M과 1.6M의 에너지 수준에서도 공시축들은 급여한 볏짚을 전량 섭취함으로써 섭취사료중의 조농 비율을 일정하게 유지하였다. 따라서 모든 에너지 급여수준에서 총 섭취건물 중 CP와 GE의 농도는 각각 12.5%와 3.9kcal/g으로 동일하였다. 총 건물섭취량을 체중비로 계산하면 0.8M, 1.2M 그리고 1.6M이 각각 1.1%, 1.5%, 2.0%이었고, 대사체중비로 계산해 보면 48.5g, 64.9g 그리고 86.5g/BW^{0.75}을 섭취한 것으로 나타났다. 체중에 대한 농후사료 섭취량의 비율은 각각 0.4, 0.6, 0.8%이었고, 대사체중당 조단백질 섭취량은 0.8M, 1.2M 그

Table 3. Effect of energy intake levels on intake of dry matter, crude protein and gross energy in Hanwoo steers

Item	Energy intake levels		
	0.8M	1.2M	1.6M
Live weight(kg)	371.2 ± 4.75 ¹⁾	390.5 ± 5.00	371.0 ± 12.0
Dry matter intake(kg/d)	4.10 ± 0.05	5.70 ± 0.07	7.31 ± 0.09
Concentrate	1.75 ± 0.01	2.45 ± 0.01	3.15 ± 0.01
Rice straw	2.35 ± 0.06	3.25 ± 0.08	4.16 ± 0.10
CP intake(g/d)	514.0 ± 8.95	717.9 ± 12.53	921.8 ± 16.12
Gross energy intake(Mcal/d)	16.14 ± 0.68	22.46 ± 0.95	28.77 ± 1.21

¹⁾ Mean ± SD.

리고 1.6M이 각각 6.1, 8.2, 10.9g/BW^{0.75}이었다.

유지수준에서의 건물섭취량을 대사체중당 48g으로 설정하였던 본 실험에서는 볏짚의 기호성에 제약을 받았기 때문이지만, 양질의 건초를 이용하는 경우, 이보다 많은 양에서도 섭취가 가능할 것으로 생각된다. Solis 등(1988)은 예비 실험을 통해 체중의 증감이 없는 상태의 에너지 섭취량을 사전 평가하는 가운데, 5 품종의 암소에서 나타난 유지수준에서의 건물섭취량은 약 59.9 ~ 80.8g/BW^{0.75}의 변이가 있었다고 보고하고 있다.

3. 영양소 소화율 및 이용성

에너지 급여수준별 유기물, 건물, 조단백질, 조지방, 조섬유, NFE, 에너지 소화율(Table 4)은 차이가 없었다. 건물섭취량의 증가는 반추위 통과속도를 높이기 때문에 소화율을 낮아지게 하는 원인이 되기도 한다. 그러나 본 실험에서 건물섭취량을 높임으로서 에너지 및 영양소 섭취량이 증가하였지만 섭취 사료의 영양소 소화율에는 영향이 없었다. 건물 및 유기물 소화율이 56%와 61%로 낮았던 원인은 섭취사료중

56%가 볏짚이었기 때문에 사료된다. 조사료와 농후사료의 비율을 약 70:30에서부터 30:70까지 달리한 정 등(1992b)의 실험 결과를 보면, 조사료 비율이 가장 높은 조건에서는 건물, 유기물, 가용무질소물, 조섬유, 에너지 소화율이 각각, 약 57, 60, 62, 57 그리고 51%로 본 실험의 결과와 유사하였으나, 농후사료의 비율을 높이면서 영양소의 소화율이 약 10 ~ 15% 높아졌다.

볏짚의 급여비율은 사료의 TDN 농도와 DE가 도 영양을 주어 각각 약 46%, 2.3kcal/g로 낮게 나타났(Table 5). 급여사료의 조단백질 소화율은 사용원료인 대두박의 높은 분해율이 반영되어 약 70%로 다른 영양소와 비교하여 가장 높았으며, 가소화조단백질(DCP) 함량도 높았다.

4. 에너지 균형

평균 대사체중당 총에너지 섭취량(Table 6)은 0.8M, 1.2M, 1.6M에서 각각 190.8, 255.8, 340.9 kcal/BW^{0.75} 이었다. 분으로 손실된 에너지는 총 에너지섭취량의 약 41% 수준이었고, 뇨로 손실된 에너지는 1.5% 이하였다. 또한 반추위 발효

Table 4. Effect of energy intake levels on nutrient digestibility of experimental diets in Hanwoo steers

Item	Energy intake levels		
	0.8M	1.2M	1.6M
Organic matter, % DM	61.06 ± 1.38 ¹⁾	61.01 ± 2.37	61.04 ± 1.95
Dry matter, % DM	56.12 ± 0.76	56.33 ± 1.67	56.73 ± 1.93
Crude protein, % DM	68.90 ± 1.34	69.56 ± 0.78	71.33 ± 0.46
Crude fat, % DM	71.24 ± 6.02	69.20 ± 2.43	71.08 ± 5.84
Crude fiber, % DM	54.21 ± 3.13	52.26 ± 1.90	59.56 ± 12.08
NFE, % DM	52.03 ± 2.70	52.60 ± 5.94	48.92 ± 0.50
Energy, % DM	58.50 ± 1.42	58.78 ± 2.22	59.06 ± 1.55

¹⁾ Mean ± SD.

Table 5. Effect of energy intake levels on digestible nutrients and energy of experimental diets in Hanwoo steers

Item	Energy intake levels		
	0.8M	1.2M	1.6M
DCP(% DM)	8.64 ± 0.09 ¹⁾	8.76 ± 0.28	9.00 ± 0.26
TDN(% DM)	45.76 ± 2.36	45.67 ± 2.92	45.74 ± 2.71
DE(kcal/g)	2.30 ± 0.08	2.32 ± 0.10	2.33 ± 0.08

¹⁾ Mean ± SD.

과정에서 발생하는 메탄에 의한 에너지 손실은 5 ~ 9%의 범위였으며, 체열에 의한 손실량은 40 ~ 60% 이었다.

橋瓜 등(1968b)의 실험결과에 의하면 총 섭취 에너지에 대한 손실에너지의 비율은 에너지 섭취량이 증가할수록 뇨에 의한 손실은 3.0%에서 약 1.7%까지 감소하는 경향을, 그리고 메탄에 의한 손실은 11.5에서 약 9.2%까지 감소하였다. 분에 의한 손실은 약 25에서 30%까지 약간 증가하는 경향을, 체열발생량은 유지수준에서는 약 50% 정도이었으나 유지수준의 약 2 ~ 2.5배 까지 섭취량이 증가함에 따라 약 40% 수준으로 감소하다가 그 이상의 에너지 수준에서는 다시 증가하였다.

그러나 본 연구결과에서는 총 에너지 섭취에 대한 분과 뇨의 손실에너지의 비율이 橋瓜 등(1968b)의 결과보다 분은 높게, 뇨는 낮게 나타났다. 분에 의한 손실에너지 비율이 높게 나타난 이유는 본 실험사료의 에너지 소화율이 낮았기 때문으로 생각된다. 뇨는 에너지 함량이 낮은데도 불구하고 전 사료 수거 및 분석상의 문제가 내포되어 표준편차가 크게 나타난 것으로도 알 수 있듯이 개체간 변이가 비교적 크게 나타났다. 체열발생량의 비율은 본 실험과 같이 동일 사료의 섭취량이 증가하는 경우에도 체열발생량이 증가하지만 전체사료중 농후사료 급여비율이 높아질 때에도 체열발생에 의한 손실 비율이 높아지는 것으로 보고되고 있다(橋瓜 등, 1968a; 정 등, 1992a). Osuji 등(1975)은

사료급여시 열 발생량은 사료섭취량보다는 섭취시간에 더 크게 좌우된다고 하였고, Balch(1971)는 사료의 섬유질 함량과 밀접한 관계가 있다고 보고하였으나 본 시험에서는 사료의 농:조 비율이 같았기 때문에 오히려 사료 급여수준에 따른 영향이 더 크게 작용되었다고 사료된다.

이상의 실험결과로부터 DE, ME 섭취량과 에너지 전환율을 계산하여 Table 7에 나타내었다. 본 실험에서는 에너지 급여수준에 따른 대사율(ME/GE) 변화는 없었지만, 사료급여수준이 증가함에 따라 대사율이 감소하였다고 한 Flatt 등(1967)의 결과와는 상이하였다. 대사율은 대부분 소화율에 의해 좌우되어진다고 한 Ørskov 등(1969)의 보고와 같이 본 실험에서는 사료 급여수준에 따른 소화율의 감소가 없었기 때문에 대사율도 변화가 없었던 것으로 사료된다. 농후사료를 60%, 조사료를 40% 급여한 이 등(2003b)의 실험에서는 조사료원에 따른 소화율 차이로 대사율(ME/GE)도 0.52 ~ 0.65의 변화를 보였다.

0.8M, 1.2M, 1.6M의 에너지 수준별 대사에너지 섭취량, 92.6, 134.8, 181.0kcal/BW^{0.75}(Table 7)과 각각의 체축적에너지 - 20.7, 6.2, 38.5kcal/BW^{0.75}(Table 6)의 관계를 Fig. 1에 나타내었다. 즉, 체축적에너지가 (-)값을 보인 개체도 모두 포함하여 그린 회귀식이 만나는 X축 절편값, 즉 유지를 위한 에너지요구량은 대사에너지로 124.3 kcal/BW^{0.75}로 나타났다. 그러나 kf와 km의 기울기가 다른 것을 고려하여 체축적에너지가 (+)에 상당하는 값만으로 분석을 하면 유지를 위

Table 6. Effect of energy intake level on energy balance of Hanwoo steers¹⁾

Item	Energy intake levels		
	0.8M	1.2M	1.6M
Intake	190.81 ± 3.89 ²⁾	255.78 ± 10.59	340.86 ± 18.43
Energy losses			
Feces	79.15 ± 0.29(41.48) ³⁾	105.26 ± 0.35(41.15)	139.36 ± 3.81(40.88)
Urine	2.74 ± 1.40(1.43)	1.58 ± 0.04(0.62)	3.10 ± 1.36(0.91)
Methane	6.35 ± 1.65(8.57)	14.16 ± 3.97(5.54)	17.37 ± 2.19(5.09)
Heat production	113.29 ± 1.45(59.37)	128.61 ± 3.26(50.28)	142.51 ± 8.52(41.81)
Energy balance	-20.72 ± 2.58	6.17 ± 10.91	38.53 ± 2.55

¹⁾ Values represents as kcal/BW^{0.75}.

²⁾ Mean ± SD.

³⁾ Values in parenthesis represent percentage of intake energy.

Table 7. Effect of energy intake level on energy intake and efficiency of energy utilization in Hanwoo steers

Item	Energy intake levels		
	0.8M	1.2M	1.6M
DE intake ¹⁾	111.66 ± 4.19 ²⁾	150.52 ± 10.24	201.51 ± 14.62
ME intake ³⁾	92.57 ± 1.53	134.78 ± 14.17	181.04 ± 11.07
DE/GE ⁴⁾	0.59 ± 0.01	0.59 ± 0.02	0.59 ± 0.01
ME/GE ⁵⁾	0.49 ± 0.00	0.53 ± 0.03	0.53 ± 0.00
ME/DE ⁶⁾	0.83 ± 0.02	0.89 ± 0.03	0.90 ± 0.01

1,3) Values represent intake(kcal/BW^{0.75}) of digestible and metabolizable energy, respectively.

2) Mean ± SD.

4) Digestible energy/gross energy.

5) Metabolizable energy/gross energy.

6) Metabolizable energy/digestible energy.

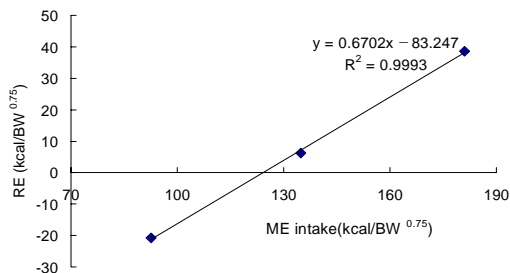


Fig. 1. Effect of energy intake levels on relationship between ME intake and retained energy of Hanwoo steers.

한 대사에너지는 113.64kcal/BW^{0.75}이었다.

비육우의 품종과 성에 따라 유지를 위한 에너지 요구량은 다르게 보고되고 있다. Solis 등(1988)은 Jersey 중 성빈우는 152kcal/BW^{0.75}, Angus 중 성빈우는 100kcal/BW^{0.75}의 대사에너지를 요구한다고 하였고, Ferrell과 Jenkins(1985)은 Hereford 수소와 미경산우는 각각 70.4와 69.3 kcal/BW^{0.75}로 비슷하였지만, Simmental 수소는 80.8kcal/BW^{0.75}로 미경산우보다 약 9% 높다고 하였다.

절식대사 시험을 통한 한우 성빈우의 기초대사량(탁 등, 1983)은 54.32kcal/BW^{0.75}, 유지수준에서의 대사에너지 섭취량을 에너지 평형상태로 보정한 MEm 요구량을 85.6kcal/BW^{0.75}라고 보고하였다. 한우 경산우의 임신시 그리고 비유시 유지를 위한 NE 요구량(NEm)을 회귀식을 이용해서 구한 결과(강 등, 1992a,b)는, 각각 75.6, 74.7kcal/BW^{0.75}이었다. 육성빈우를 공시한 에너지

대사 시험(정 등, 1992a)과 사양시험(정 등, 1992b)의 결과에서는 NEm이 각각 76.5과 77 kcal/BW^{0.75}로 서로 비슷하였다. 한우 수소의 유지를 위한 MEm 요구량을 조사한 이 등(2003a,b)의 절식대사 실험결과와 에너지균형 실험결과에서는 각각 102.69과 95.80kcal/BW^{0.75}이었다.

이상의 국내의 연구결과를 보면, 시험방법간의 차이와, 그에 따른 에너지 단위의 차이가 있지만, 본 실험의 거세 한우에서 얻어진 결과와 비교하면, 암소의 유지에너지 요구량이 거세우보다 적게 제시된 것은 인정되지만 한우수소의 유지에너지 요구량이 본 실험의 거세우 보다 낮게 제시된 것은 성간 에너지이용효율에 대한 지금까지의 연구결과와는 일치하지 않는다.

농림수산기술협의회사무국(2000)은 거세우 육성 비육을 위한 유지에너지 요구량을 대사에너지로 112.4kcal/BW^{0.75}, 암소 육성우와 성빈우의 유지를 위한 대사에너지 요구량으로 각각 106.7과 111.9kcal/BW^{0.75}를, 육용종 암소 비육의 경우 110.8kcal/BW^{0.75}를 제시하여 화우의 성간 차이를, 수소 > 거세우 > 암소의 순으로 나타내고 있다.

유지에너지 요구량은 성 이외에도 체중, 종, 연령, 계절, 온도, 생리적 상태, 이전 영양상태에 따라 변화한다. 종간 차이에 관한 실험들은 종의 다양성은 물론 실험의 접근방법 등이 다르기 때문에 실험간의 직접 비교는 어렵지만 많은 연구자들이 종간의 에너지 이용효율과 요구량에 차이가 있음을 보여주었다. Garrett

(1971)은 비교도체법을 이용한 시험에서 Holstein 거세우는 유지를 위해 Hereford 거세우보다 사료섭취량이 23% 더 높다고 하였고, Jenkins과 Ferrell(1984) 그리고 Ferrell과 Jenkins(1985)의 시험결과를 종합하면 Simmental의 MEm($126\text{kcal}/\text{BW}^{0.75}$)은 Hereford($106\text{kcal}/\text{BW}^{0.75}$)보다 약 19% 높았다. Laurenz 등(1991)은 Simmental 암소는 Angus 암소보다 21% 더 많은 MEm이 필요하다고 하였다.

연령이 많아짐에 따라 몸의 크기에 대한 단위 유지요구량은 감소한다고 알려져 있다. Carstens 등(1989)은 9개월에서 20개월령이 되면서 8%의 유지를 위한 대사에너지 감소가 있었다고 하였지만 Vermorel 등(1980)은 5주에서 34주령까지는 차이가 없다고 보고하였고, Taylor 등(1981)의 결과도 이와 같았다. 그러나 NRC(2000)는 직접적인 자료는 없지만, 많은 자료를 검토하면서 성장하여 생산활동을 하고 있는 암소가 어린 또는 성장중인 가축 보다 유지요구량이 적지는 않다고 기술하고 있다.

계절은 온도와 연관이 있지만, 계절 그 자체도 유지에너지 요구량에 영향을 준다는 연구결과들이 발표되었다(Laurenz 등, 1991). Christopherson 등(1979)는 양, 소, 들소의 유지에너지 요구량은 가을에 낮다고 하였고, Birkelo 등(1989)은 미국의 Colorado에서 이루어진 시험으로부터 가을, 겨울 그리고 봄 동안의 절식시 열 발생량은 여름에 측정된 값의 90.7, 95.6 그리고 100%라고 보고하였다.

비유중인 Hereford의 유지에너지 요구량은 비유우보다 약 31% 정도 더 높다는 보고(Neville과 McCullough, 1969)가 있지만, NRC(2000)는 관련 자료들을 정리하여 비유우가 약 20% 정도 유지에너지 요구량이 높다고 하였다. 또한 제한급여 후의 충분한 영양소 공급에 따른 보상성장 기간도 유지에너지 요구량이 약 20% 정도 감소한다(Crabtree 등, 1976; Ferrell 등, 1986).

IV 요약

본 연구는 거세우가 1일 필요로 하는 유지를

위한 에너지요구량을 구하기 위해 실시하였다. 유지를 위한 에너지요구량 실험은 6개월령에 거세한 평균체중 $376.6 \pm 12.5\text{kg}$ 의 한우 9두를 공시하였고, 사료에너지 섭취수준은 배합사료와 볏짚의 비율을 56:44로 하면서 유지 수준(Maintenance)의 약 0.8배(0.8M), 1.2배(1.2M), 1.6배(1.6M) 섭취할 수 있도록 사료급여량으로 조절하여 에너지 균형법에 의해 실시하였다.

대사체중당 총 건물섭취량은 0.8M, 1.2M 그리고 1.6M이 각각 48.5, 64.9 그리고 $86.5\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 을 섭취한 것으로 나타났고, 에너지 및 단백질의 농도가 같았던 본 시험사료는 건물섭취량을 증가시켜 총에너지 섭취량을 높여도 건물, 유기물, 조단백질, 조섬유, 조지방, 가용무질소물의 소화율에는 영향이 없었다. 평균 대사체중당 총 에너지섭취량은 0.8M, 1.2M, 1.6M에서 각각 190.8, 255.8, $340.9\text{kcal}/\text{BW}^{0.75}$ 이었고, 분으로 손실된 에너지는 총 에너지섭취량의 약 41% 수준, 뇨로 손실된 에너지는 1.5% 이하였다. 또한 반추위 발효과정에서 발생하는 메탄에 의한 에너지 손실은 5~9%의 범위였으며, 체열에 의한 손실량은 40~60% 이었다. 0.8M, 1.2M, 1.6M의 에너지 수준별 대사에너지 섭취량, 92.6, 134.8, $181.0\text{kcal}/\text{BW}^{0.75}$ 과 각각의 체축적에너지 -20.7, 6.2, $38.5\text{kcal}/\text{BW}^{0.75}$ 과의 관계식에서 X축 절편 값, 즉 유지를 위한 에너지요구량은 대사에너지로 $124.3\text{kcal ME}/\text{BW}^{0.75}$ 로 나타났다.

V 인용 문헌

1. Balch, C. C. 1971. Proposal to use time spent for chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristics of roughages. *Brit. J. Nutr.* 26:383-392.
2. Birkelo C. P., Johnson, D. E. and Phettrplace, H. W. 1989. Plane of nutrition and season effects on energy maintenance requirements of beef cattle. *Energy Metab. Proc. Symp.* 43:263-266.
3. Carstens, G. E., Johnson, D. E., Johnson, K. A., Hotovy, S. K. and Szymanski, T. J. 1989. Genetic variation in energy expenditures of monozygous twin beef cattle at 9 and 20 months of age. *Energy Metab. Proc. Symp.* 43:312-315.
4. Cartwright, T. C. 1970. Selection criteria for beef

- cattle for the future. *J. Anim. Sci.* 30:706.
5. Christopherson, R. J., Hudson, R. J. and Christopherson, M. K. 1979. Seasonal energy expenditures and thermoregulatory response of bison and cattle. *Can J. Anim. Sci.* 59:611-617.
 6. Crabtree, R. M., Kay, M. and Webster, A. J. F. 1976. The net availabilities of ME for body gain of two pelleted diets offered to Hereford × Friesian castrate males over different live-weight ranges. *Anim. Prod.* 22:156-157.
 7. Ferrell, C. L. and Jenkins, T. G. 1984. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. *J. Anim. Sci.* 58:234.
 8. Ferrell, C. L. and Jenkins, T. G. 1985. Energy utilization by Hereford and Simmental males and females. *Anim. Prod.* 41:53-61.
 9. Ferrell, C. L., Koong, L. J. and Nienaber, J. A. 1986. Effect of previous nutrition on body composition and maintenance energy costs of growing lambs. *Br. J. Nutr.* 56:595-605.
 10. Flatt, W. P., Moe, P. W., Moore, L. A. and Van Soest, P. J. 1967. Estimation and prediction of the energy value of feeds for ruminants. In *Energy Metabolism of Farm Animals*. K. L. Blaxter, J. Kielanowski and G. Thorbek.(Eds), 4th symposium. Warsaw, pp. 59-65.
 11. Gregory K. E. 1972. Beef cattle type for maximum efficiency: "Putting it all together". *J. Anim. Sci.* 34:881.
 12. Garrett, W. N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. *J. Anim. Sci.* 32:451-456.
 13. Jenkins, T. G. and Ferrell, C. L. 1984. Characterization of postweaning traits of Simmental and Hereford bulls and heifers. *Anim. Prod.* 39:355-364.
 14. Laurenz, J. C., Byers, F. M., Schelling, G. T. and Green, L. W. 1991. Effects of seasonal environment on the maintenance requirement of mature beef cows. *J. Anim. Sci.* 69:2168-2176.
 15. Lofgreen, G. P. and Garrett, W. N. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 27:793-806.
 16. National Research Council. 2000. Nutrient requirements of domestic animals: Nutrient requirements of beef cattle. update. NAS-NRC, Washinton, D.C.
 17. Neville, W. E., Jr. and McCullough, M. E. 1969. Calculated net energy requirements of lactating and nonlactating Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 29:823-829.
 18. Ørskov, E. R., Fracer, C. and Kay, R. N. B. 1969. Dietary factors influencing digestion of starch in the rumen and small and large intestine of early weaned lambs. *Brit. J. Nutr.* 23:217-226.
 19. Osuji, P. O., Gordon, J. G. and Webster, A. J. F. 1975. Energy exchanges associated with eating and rumination in sheep given grass diets of different physical forms. *Brit. J. Nutr.* 34:59-71.
 20. Solis, J. C., Byers, F. M., Schelling, G. T., Long, C. R. and Green, L. W. 1988. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed. *J. Anim. Sci.* 66:764-773.
 21. Taylor, C. S., Turner, H. G. and Young, G. B. 1981. Genetic control of equilibrium maintenance efficiency in cattle. *Anim. Prod.* 33:179-194.
 22. Vermorel, M., Bouvier, J. C. and Geay, Y. 1980. Energy utilization by growing calves: Effects of age, milk intake and feed level. *Energy Metab. Proc. Symp* 26:9-53.
 23. Webster, A. J. F., Smith, J. S. and Mollison, G. S. 1977. Prediction of the energy requirements for growth in beef cattle. 3. Body weight and heat production in Hereford × British Friesian bulls and steers. *Anim. Prod.* 24:237-244.
 24. 橋瓜徳三 針生程吉 伊藤 稔 田辺 忍 森本 宏 1968a. 肉牛 飼養標準にする と ふすまの が の の に ぼ す (果 日本畜試年報 16:61-74.
 25. 橋瓜徳三 針生程吉 伊藤 稔 田辺 忍 森本 宏 1968^b. 肉牛 飼養標準にする の 給與量と に するエネルギーおよび の 利用 日本畜試年報 17:61-77.
 26. 農林水産技術會議事務局 日本飼養標準 肉用牛 (2000), 中央畜産會
 27. 강수원, 정연후, 손강석, 이규호. 1992a. 사양시험에 의한 한우 경산우의 영양소 요구량 결정에 관한 연구. I. 비유시 에너지 및 단백질 요구량 결정에 관한 연구. *한영사지.* 16:115-124.
 28. 강수원, 정연후, 손강석, 이규호. 1992b. 사양시험에 의한 한우 경산우의 영양소 요구량 결정에 관한 연구. II. 임신시 에너지 및 단백질 요구량 결정에 관한 연구. *한영사지.* 16:125-135.
 29. 농촌진흥청 축산기술연구소. 2002. 한국사료성분표.
 30. 이상철. 1991. 한우 수소의 유지 및 증체시 에너지 대사와 단백질 이용효율에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
 31. 이상철, 탁태영, 김경훈, 윤상기. 2003a. 절식대사 시험에 의한 한우 수소의 유지에너지 요구량 결정에 관한 연구. *동물자원지.* 45:113-122.
 32. 이상철, 탁태영, 김경훈, 윤상기. 2003b. 에너지균형법에 의한 한우 수소의 유지 대사에너지 요구량. *동물자원지.* 45:123-130.
 33. 정연후, 이상철, 강수원, 정정수, 정천용. 1992a. 한우 육성빈우의 에너지와 단백질요구량 추정. I. 대사시험에 의한 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 결정. *한축지.* 34:293-300.
 34. 정연후, 이상철, 강수원, 정정수, 정천용. 1992b. 한우 육성빈우의 에너지와 단백질요구량 추정. II. 사양시험에 의한 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 결정. *한축지.* 34:343-350.
 35. 탁태영, 강태홍, 김강식. 1983. 대사시험에 의한 한우 성빈우 유지시 양분요구량에 관한 연구. *한축지* 25(2):117-137.

(접수일자 : 2003. 11. 6. / 채택일자 : 2004. 3. 10.)