

# 에너지 균형법에 의한 한우 수소의 유지 대사에너지 요구량

이상철·탁태영·김경훈·윤상기  
농촌진흥청 축산기술연구소

## Metabolizable Energy Requirement of Growing Hanwoo Bulls for Maintenance by Energy Equilibrium Method

S. C. Lee, T. Y. Thak, K. H. Kim and S. G. Yoon  
National Livestock Research Institute, RDA

### ABSTRACT

Metabolizable energy requirements for maintenance (MEM) of Hanwoo bulls were estimated in twelve metabolism trials using three different feeds at four stages of body weight(100, 200, 300 and 400kg). Three feeds were composed of 1) concentrates and rice straw, 2) concentrates and mixed grass hay, 3) concentrates and corn silage, respectively. Three energy levels were 1) maintenance (M) requirement, 2) 1.5 × M, and 3) 2.0 × M. All bulls were received 60% of their energy from concentrates and 40% from roughages. Three cattle for each trials fed different energy level were housed in metabolism stalls during the 5days of collection period, a total collection of feces and urine. Thereafter, during the 2days of respiration period the heat production was measured by indirect calorimetry using respiratory chamber. MEM were 99.80, 94.48, 94.80, and 97.68 kcal/W<sup>0.75</sup> at 100, 200, 300 and 400kg. Mean value of MEM and efficiency of utilization ME for retained energy(Kg) were 95.80 kcal/W<sup>0.75</sup> and 0.44.

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

### I. 서 론

축산 선진국은 일찍부터 자국 내의 가축이 필요로 하는 영양소 요구량에 대한 연구를 계속해 왔고, 비육우에 있어서도 NRC는 1996년 7차 개정판에 이어 2000년도에는 증보판을 출간하였다. 일본은 1970년에 초판을 발간한 이래 1995년 3차 개정이 이루어졌고, 2000년도에는 4차 개정판이 출간되었다. 그동안 국내 가축의 사양 지침은 이들 외국 자료에 기초할 수밖에 없었고, 우리 고유의 유전자원인 한우에 있어서도 산육특성이 전혀 다른 외국의 비육우 자료를 이용해 왔다.

유지와 증체에 필요한 에너지 및 단백질 요구량을 구하기 위한 실험은 기초대사시험 또는 에너지 및 단백질 균형시험, 도체비교법 등이 있으나, 시험축과 시설의 규모 면에서 국내 연구가 이루어지기 어려웠던 것이 사실이다. 한우에 있어서 대사시험을 통한 영양소요구량 결정을 위한 국내 시험은 탁 등(1983)에 의한 성빈우의 유지를 위한 영양소 요구량 결정과 정 등(1992)의 육성빈우의 영양소요구 결정 등 소수의 논문에 한정되어 졌다.

가축이 섭취한 영양소는 생산활동과 기본적인 생명현상을 유지하기 위해 쓰여진다. 체중의 증감 없이 생명현상만을 유지하기 위해 쓰

Corresponding author : S. C. Lee, National Livestock Research Institute, R. D. A. Suwon 441-350, Korea Tel : 031-290-1647 E-mail : lee647@rda.go.kr

여지는 영양소의 양을 유지요구량이라 하고, 그 이상의 영양소 공급에 의해 생산성이 좌우되기 때문에 가축에게 공급되는 영양소량을 적절히 조절하기 위해서는 우선 유지요구량을 알아야 한다.

유지를 위한 에너지 요구량은 동물체의 에너지 평형을 유지하는데, 즉 조직의 분해가 일어나지 않도록 하는데 요구되는 최소에너지 요구량을 말한다. 비육우의 품종과 성에 따라 유지를 위한 에너지 요구량은 다르게 보고되고 있고, 탁(1983)은 한우 성빈우의 연구에서 85.6 kcal/W<sup>0.75</sup>의 대사에너지를 제시하였고, Solis 등(1988)은 Jersey 중 성빈우는 152kcal/W<sup>0.75</sup>, Angus 중 성빈우는 100kcal/W<sup>0.75</sup>의 대사에너지를 요구한다고 하였다. 일본 사양표준(2000)은 암소육성우와 성빈우의 유지를 위한 대사에너지 요구량으로 각각 106.7과 111.9kcal/W<sup>0.75</sup>를, 육용종 암소 비육의 경우 110.8kcal/W<sup>0.75</sup>을 제시하고 있다.

Ferrell과 Jenkins(1985)은 Hereford 수소와 미경산우는 각각 70.4kcal와 69.3kcal/W<sup>0.75</sup>로 비슷하였지만, Simmental 수소는 80.8kcal로 미경산우보다 약 9% 높다고 하였고, 연령에 따라서는 5주에서 34주령까지는 차이가 없다고 보고한 Vermorel 등(1980)과는 달리 Carstens 등(1989)은 9개월에서 20개월령이 되면서 8%의 유지를 위한 대사에너지 감소가 있었다고 하였다.

외국과는 달리 한우의 거세율이 아직 미흡하여 수소 비육은 여전히 중요한 위치를 점하고 있어 최대의 비육효율을 유지하도록 하는 것은 중요하다고 생각되며, 본 시험에서는 수소 육성과 비육단계에서 필요로 하는 유지에너지 요구량을 구하기 위해 에너지 균형법을 이용하여 체중과 조사료 종류를 달리하여 이에 따른 유지에너지 요구량을 구하였다.

## II. 재료 및 방법

체중 100kg에서 400kg까지 100kg 증체 간격(100, 200, 300, 400 kg)으로 각 9두를 이용한 3처리(에너지 급여수준) 3반복의 유지에너지 요구량 결정 실험이 에너지 균형법으로 이루어졌

다. 에너지 급여수준은 Table 1에서 보는 바와 같이 대사에너지(Metabolizable energy; ME)로 1) 유지에너지 수준(Maintenance, 1.0M), 2) 유지에너지의 1.5배(1.5M), 3) 유지에너지의 2배(2.0M)을 섭취 할 수 있도록 1일 사료급여량을 정하였고, 조사료와 농후사료의 비율은 40: 60을 유지하였다. 농후사료는 체중 100kg시에는 조단백질 16%, TDN 70%, 체중 200~300kg시에는 조단백질 14%, TDN 71%, 체중 400kg시에는 조단백질 12%, TDN 72%로 각각 체중에 따라 조절 배합하였다. 이와 같은 설계를 기초로 국내에서 주로 이용되는 벧짚(실험 I), 목건초(실험 II), 옥수수 사일리지(실험 III)의 조사료가 다른 조건에서의 유지에너지 요구량을 구하였다. 유지를 위한 ME 요구량은 NRC (1976)를 참고로 하였으며, 벧짚은 4~5cm 크기로 절단하여 급여하였고 목건초는 오차드그라스 주종의 혼합 목건초를 이용하였다.

Table 1. Experimental design

Experiments.	Diets	Feeding level
I	Concentrate mixture + Rice straw	M*
		1.5M
		2.0M
II	Concentrate mixture + Hay mixture	M
		1.5M
		2.0M
III	Concentrate mixture + Corn silage	M
		1.5M
		2.0M

\* M : maintenance.

대사시험에 공시될 소는 일반 시험우사에서 3주간 해당 에너지 수준의 사료를 섭취하면서 체내 대사율이 조절되도록 하였다. 그 후 대사 시험동으로 이동시켜 7일간 대사율 적응과 대사율 조절을 위한 예비시험과 7일간의 분뇨 채

취시험을 실시하였다. 사료섭취시 열 발생량을 측정하기 위해서 분뇨 채취시험기간 종료 2일 전에 호흡대사장치로 이동하여 체열 발생량 (Heat production; HP)을 측정하였는데 처음 24시간 동안은 예비 측정 자료로 하였고, 두 번째 24시간 동안의 자료를 본 시험의 자료로 이용하였다. 사료는 사료 급여량을 오전 9시 30분과 오후 5시에 2회로 분할 급여하였고 물과 갈습, 인 공급용 린칼블록은 자유 섭취케 하였다.

공시사료는 본시험 7일동안 매일 일정량을 개체별로 따로 수집하여 분석하였으며 매일 채취한 분은 배설량을 정량한 후 혼합기에서 15~20 분간 교반하여 1/10량을 채취, -15℃ 냉동실에 보관하였는데 이러한 과정을 본시험 7일간 반복하면서 최종적으로 수집된 7일간의 분을 해동시킨 후 다시 교반하여 1/10량을 채취하여 60℃ 송풍건조기에서 48시간동안 건조시켜 분석에 임하였다. 그러나 분 질소 함량은 생분 상태로 분석하였다. 뇨는 배설량의 1/10량을 채취하여 냉동실에 보관하였으며 7일간의 뇨를 혼합한 후 그중 500 cc를 채취, 질소 및 열량 측정을 하였다. 분과 뇨의 분의 열량을 측정하기 위해 bomb calorie meter (Shimadzu, CA-3)를 이용하였으며 기타 성분은 AOAC (1990)법에 의해 분석하였다.

호흡대사 시험 동안의 가스분석을 위해 6900형 가스채취장치(삼승공업)를 사용하였으며 호

흡시험 개시 전에 표준가스를 통과시켜 zero 점과 span 점을 맞춘 후, 대기중 CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> 및 CH<sub>4</sub> 농도는 4분간 30초 간격으로 분석하였고 호흡실내의 농도는 6분간 30초 간격으로 분석하였다. CO<sub>2</sub>와 CH<sub>4</sub> 분석은 적외선 가스분석계, O<sub>2</sub>는 자기식 산소분석계를 사용하였다(이, 1991).

열 발생량의 계산은 다음의 Brouwer(1965)공식을 인용하였다.

$$H.P = 3.866 \times O_2 \text{ 소비량} + 1.2 \times CO_2 \text{ 발생량} \\ (\ell) - 0.515 \times CH_4 \text{ 발생량} (\ell) - 1.431 \\ \times \text{오줌의 N 량(g)}$$

### III. 결과 및 고찰

체중별로 공시된 한우의 평균 체중은 체중 100kg시 97~144kg, 200kg시 191~243kg, 300kg시 269~313kg, 400kg시 371~427kg의 범위였다(Table 2, 3, 4, 5). 각 시험 모두 에너지 급여수준을 건물섭취량으로 조절하였기 때문에 사료에 관계없이 섭취 에너지수준이 증가할수록 건물 섭취량도 증가하였으나, 체중의 증가에 따라 대사체중 당 DM섭취량은 감소하는 경향이였다. 유지수준에서의 건물섭취량은 시험 III의 체중 400kg에서 24g/W<sup>0.75</sup>를 제외하면 34~44g/W<sup>0.75</sup> 범위였고, 이 값은 사양시험을 근거로 하여 평가한 일본사양표준(1987)의 화우

Table 2. Intake of DM and nitrogen as affected by the level of energy at 100kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	Body weight (kg)	DM intake (g/W <sup>0.75</sup> )	Nitrogen intake (g/d)	DCP (% DM)	TDN (% DM)
Exp. I	M	129.93	43.85±0.25	27.58±0.71	6.27±0.34	59.61±1.29
	1.5M	127.33	63.11±1.12	41.09±0.84	6.40±0.28	60.02±3.13
	2.0M	144.43	78.64±2.30	58.64±3.06	7.02±0.35	61.88±1.29
Exp. II	M	97.60	44.04±0.04	27.23±0.64	7.49±0.28	65.92±2.01
	1.5M	111.93	63.00±2.89	42.99±1.69	7.44±0.33	65.22±1.68
	2.0M	116.70	73.84±2.53	54.05±2.53	6.19±0.40	62.12±0.91
Exp. III	M	116.27	43.67±0.09	32.47±0.38	7.28±0.37	65.74±2.17
	0.5M	110.33	60.49±4.19	43.66±2.30	7.98±0.63	70.03±2.43
	2.0M	121.23	84.46±0.54	64.29±1.82	7.25±0.55	67.27±2.81

Table 3. Intake of DM and nitrogen as affected by the level of energy at 200kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	Body weight (kg)	DM intake (g/W <sup>0.75</sup> )	Nitrogen intake (g/d)	DCP (% DM)	TDN (% DM)
Exp. I	M	237.97	44.24±0.18	45.36±0.84	6.56±0.28	65.55±0.97
	1.5M	243.13	65.84±0.05	66.12±1.53	6.53±0.32	63.77±0.16
	2.0M	231.30	86.22±0.70	77.05±1.59	5.35±0.07	62.18±1.03
Exp. II	M	188.93	43.69±0.17	49.93±0.74	9.87±0.12	68.45±1.25
	1.5M	191.83	64.78±0.55	75.38±0.71	9.75±0.10	68.09±0.75
	2.0M	191.20	83.99±0.79	97.66±2.13	9.57±0.14	67.03±0.83
Exp. III	M	193.50	36.95±0.63	38.45±1.10	7.96±0.12	72.98±0.45
	0.5M	205.63	56.02±0.53	65.36±3.49	8.12±0.80	71.44±1.44
	2.0M	209.97	73.95±0.69	81.90±0.32	8.00±0.63	70.68±1.74

Table 4. Intake of DM and nitrogen as affected by the level of energy at 300kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	Body weight (kg)	DM intake (g/W <sup>0.75</sup> )	Nitrogen intake (g/d)	DCP (% DM)	TDN (% DM)
Exp. I	M	268.80	44.62±0.17	43.70±0.46	4.90±0.17	60.95±0.17
	1.5M	270.80	66.51±0.37	60.17±1.48	4.37±0.18	59.30±2.37
	2.0M	279.33	86.26±1.15	84.85±1.65	5.11±0.22	60.53±2.57
Exp. II	M	294.40	34.99±0.02	58.38±1.37	9.90±0.22	66.84±0.65
	1.5M	279.40	52.20±0.09	82.48±1.88	9.86±0.26	67.17±1.48
	2.0M	286.68	70.24±0.09	110.33±1.38	9.66±0.27	68.03±1.02
Exp. III	M	313.13	34.44±0.44	53.79±0.71	10.50±0.74	76.00±0.54
	0.5M	312.17	51.41±0.63	77.91±1.08	8.69±0.20	74.57±1.57
	2.0M	312.13	66.54±0.46	101.56±0.94	8.29±0.13	70.35±0.21

Table 5. Intake of DM and nitrogen as affected by the level of energy at 400kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	Body weight (kg)	DM intake (g/W <sup>0.75</sup> )	Nitrogen intake (g/d)	DCP (% DM)	TDN (% DM)
Exp. I	M	370.83	39.46±0.13	49.95±0.11	4.81±0.15	58.06±0.72
	1.5M	382.03	58.87±0.54	70.77±0.72	4.90±0.14	64.22±1.04
	2.0M	388.50	75.61±2.05	92.87±1.40	4.97±0.20	69.65±2.52
Exp. II	M	382.83	35.31±0.41	70.05±1.64	10.06±0.23	70.77±0.93
	1.5M	397.37	51.84±0.30	101.71±3.06	9.70±0.49	70.58±1.16
	2.0M	386.07	68.92±0.07	133.34±2.33	9.12±0.29	69.42±1.54
Exp. III	M	394.77	24.05±9.82	57.68±2.89	8.02±0.58	74.82±0.48
	0.5M	426.60	52.74±1.34	83.55±1.79	6.67±0.26	71.26±2.44
	2.0M	408.07	71.92±1.56	83.17±29.4	7.04±0.28	69.67±1.89

수소의 68 g/W<sup>0.75</sup> 보다 매우 낮았다.

섭취에너지수준에 따른 건물 섭취량 증가로 단백질섭취량도 증가하였다. 유지에너지 수준에서의 단백질 섭취량은 체중 100kg에서 대사 체중 당 약 6.0g 수준이었고, 체중 증가에 따라 각각 약 5.3g, 4.3g, 4.2g을 섭취한 것으로 나타났다. 이(1991)가 제시한 1일 단백질요구량 4.57g/W<sup>0.75</sup>과 비교하면 체중 300kg와 400kg 시험에서의 단백질 섭취량이 유지수준 이하로 나타났다.

실험 I, II, III에서 에너지 급여수준(1.0M~2.0M)에 따른 건물, 조단백질 및 조섬유의 전장 소화율은 100kg를 제외한 전 체중에서 차이가 없었는데 본 실험이 조사료와 농후사료를 40:60으로 고정 급여하였기 때문에 사료된다. 그러나 급여 조사료의 종류에 따라 건물, 조단백질, 조섬유의 소화율의 차이가 보여, 볏짚, 목건초, 옥수수 사일리지의 순으로 소화율이 조금씩 높았다. 특히 옥수수 사일리지를 급여한 실험 III에서의 NDF 소화율은 실험 I과 II의 볏짚과 목건초 보다 큰 값의 차이를 나타내었다. 또한 섭취한 사료의 DCP와 TDN가는 볏짚이 가장 낮았고, 목건초, 옥수수 사일리지 순으로 높은 값을 보였다. 체중에 따라서는 100 kg 시 각 시험사료의 소화율 및 영양가가 비교적 낮았는데, 그 이유는 이 시기에 조사료를 충분히 분해하여 이용할 정도로 반추위 기능이 완전히 발달되지 않았기 때문인 것으로 사료된다.

실험 I, II, III에서 에너지 급여수준(1.0M~2.0M)에 따른 건물, 조단백질 및 조섬유의 전장 소화율은 100kg를 제외한 전 체중에서 차이가 없었는데 본 실험이 조사료와 농후사료를 40:60으로 고정 급여하였기 때문에 사료된다. 그러나 급여 조사료의 종류에 따라 건물, 조단백질, 조섬유의 소화율의 차이가 보여, 볏짚, 목건초, 옥수수 사일리지의 순으로 소화율이 조금씩 높았다. 특히 옥수수 사일리지를 급여한 실험 III에서의 NDF 소화율은 실험 I과 II의 볏짚과 목건초 보다 큰 값의 차이를 나타내었다. 또한 섭취한 사료의 DCP와 TDN가는 볏짚이 가장 낮았고, 목건초, 옥수수 사일리지 순으로 높은 값을 보였다. 체중에 따라서는 100 kg 시 각 시험사료의 소화율 및 영양가가 비교적 낮았는데, 그 이유는 이 시기에 조사료를 충분히 분해 이용할 정도로 반추위 기능이 완전히 발달되지 않았기 때문인 것으로 사료된다.

각 사료조합별 사료급여수준에 따른 대사체중 당 에너지 섭취량 및 균형은 Table 6, 7, 8, 9에 나타나 있는데 사료조합에 관계없이 사료급여수준이 증가함에 따라 DE, ME 섭취량, 열 발생량 그리고 에너지 축적량이 높아졌다. 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 사료 조합간 농:조 비율이 유사하였기 때문에 오히

Table 6. Intake of digestible energy and metabolizable energy, heat production and energy balance as affected by the level of energy at 100kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	GE intake	DE intake	ME intake	HP	Energy balance
..... kcal/W <sup>0.75</sup> .....						
Exp. I	M	183.31± 0.70	112.01±3.34	98.49± 4.01	110.59±8.97	-12.11±12.97
	1.5M	266.18± 4.90	165.12±5.99	146.49± 6.94	126.39±4.68	20.10± 2.55
	2.0M	330.76± 9.16	205.40±1.93	181.97± 2.62	151.68±6.42	30.30± 7.35
Exp. II	M	197.83± 0.50	128.70±3.73	116.78± 3.81	98.99±2.42	17.79± 1.40
	1.5M	286.58±11.6	184.58±4.39	165.71± 3.71	132.91±1.48	32.80± 2.15
	2.0M	343.73±12.8	216.84±8.48	198.07± 9.48	157.03±4.90	41.04± 6.52
Exp. III	M	202.82± 1.32	129.22±8.09	105.08±12.06	106.02±2.74	-0.94± 9.50
	0.5M	256.31±15.02	175.05±2.11	158.62± 2.03	124.91±1.64	33.71± 0.39
	2.0M	386.98± 3.49	256.78±9.28	239.59± 9.16	169.33±4.82	70.26± 4.46

Mean±SE.



Table 7. Intake of digestible energy and metabolizable energy, heat production and energy balance as affected by the level of energy at 200kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	GE intake	DE intake	ME intake	HP	Energy balance
..... kcal/W <sup>0.75</sup> .....						
Exp. I	M	198.16±1.62	132.64± 2.54	112.87± 3.80	110.09±3.69	2.78±5.39
	1.5M	302.15±2.94	198.16± 3.18	174.32± 2.90	147.14±6.46	27.18±3.96
	2.0M	384.89±2.87	244.98± 3.13	234.86± 2.61	178.86±4.39	36.00±6.99
Exp. II	M	209.81±0.61	144.69± 1.00	127.65± 1.36	115.94±1.31	11.71±2.61
	1.5M	309.84±3.37	210.88± 3.85	185.20± 3.11	148.04±3.11	37.16±2.89
	2.0M	408.48±1.42	258.96± 9.42	232.21± 7.38	183.82±5.68	48.40±1.76
Exp. III	M	179.31±3.15	129.47± 1.05	115.60± 1.39	101.85±1.61	13.75±2.73
	1.5M	265.09±3.80	187.24± 8.06	167.55± 6.72	132.19±2.15	35.36±5.59
	2.0M	347.14±5.61	238.84±12.30	211.90±10.96	167.80±7.32	44.09±3.79

Mean±SE.

Table 8. Intake of digestible energy and metabolizable energy, heat production and energy balance as affected by the level of energy at 300kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	GE intake	DE intake	ME intake	HP	Energy balance
..... kcal/W <sup>0.75</sup> .....						
Exp. I	M	200.55±1.73	116.81± 5.78	102.33± 6.12	103.04± 4.79	-0.71±7.25
	1.5M	289.87±3.70	173.63± 6.52	151.18± 5.43	131.83± 2.23	19.36±5.89
	2.0M	373.99±7.92	230.82±17.5	206.81±19.0	169.01±14.5	37.81±5.45
Exp. II	M	159.91±1.51	105.29± 0.43	90.77± 1.71	100.36± 2.74	-9.59±1.34
	1.5M	239.32±1.08	159.05± 3.50	141.15± 2.34	116.66± 0.92	24.49±1.66
	2.0M	315.71±3.51	214.07± 3.32	191.23± 4.76	142.27± 2.81	48.97±4.21
Exp. III	M	158.90±2.08	110.71± 5.96	92.55± 6.40	103.39± 2.61	-10.85±4.89
	1.5M	240.21±6.64	178.59± 5.76	156.12± 6.41	128.03± 5.56	28.09±8.26
	2.0M	305.24±3.78	213.93± 3.07	187.15± 4.25	139.68± 5.08	47.29±1.99

Mean±SE.

Table 9. Intake of digestible energy and metabolizable energy, heat production and energy balance as affected by the level of energy at 400kg of body weight

Body wt. (kg)	Feeding level	GE intake	DE intake	ME intake	HP	Energy balance
..... kcal/W <sup>0.75</sup> .....						
Exp. I	M	170.50± 1.20	101.96± 2.18	81.13± 1.17	96.44±2.34	-15.31± 3.49
	1.5M	261.87± 4.51	171.03± 2.18	151.07± 1.43	114.09±5.42	36.98± 6.82
	2.0M	337.87± 0.35	227.27± 3.87	203.01± 3.16	153.09±4.63	49.92± 1.47
Exp. II	M	160.49± 1.35	111.89± 2.05	91.81± 1.89	106.46±3.26	-14.65± 1.48
	1.5M	234.13± 2.49	161.41± 1.98	141.00± 0.83	120.29±2.40	20.72± 1.59
	2.0M	321.17± 3.01	218.59± 6.56	191.14± 6.19	139.73±2.48	51.41± 8.52
Exp. III	M	107.83±44.03	80.02±32.68	81.13± 1.17	96.44±2.34	-15.31± 3.49
	1.5M	233.46± 4.94	166.49± 2.65	143.48± 4.09	124.05±0.85	19.43± 3.66
	2.0M	322.48± 7.41	218.44± 7.88	194.06±11.46	142.78±5.38	51.28±10.13

Mean±SE.

려 사료 급여수준에 따른 영향이 더 크게 작용되었다고 사료된다. 각 체중별 유지의 2배 급여시 건조+배합사료 및 옥수수 사일리지+배합사료 조합의 에너지 축적량이 볏짚+배합사료 조합에 비해 높았는데, 이는 이들 조합의 증체시 ME 이용효율(Kg)이 더 높을 가능성을 시사하였다.

각 체중별 ME 섭취량(X)과 에너지축적량(Y)의 관계를 다음과 같이 산출하였는데

$$\text{체중 100kg: } Y = -47.802 + 0.479X (r=0.961^{**})$$

$$\text{체중 200kg: } Y = -33.634 + 0.356X (r=0.964^{**})$$

$$\text{체중 300kg: } Y = -43.799 + 0.462X (r=0.864^{**})$$

$$\text{체중 400kg: } Y = -55.677 + 0.570X (r=0.895^{**})$$

여기에서 에너지 축적량이 "0" 일때의 ME 섭취량은 유지시 ME 요구량(MEm)이고 이들 회귀식의 기울기는 각 체중별 증체시 ME 이용효율(Kg)이 되기 때문에 각 체중별 MEm 과 Kg는 아래와 같다.

$$\text{체중 100kg: } MEm = 99.80 \text{ kcal/W}^{0.75}, Kg = 0.479$$

$$\text{체중 200kg: } MEm = 94.48 \text{ kcal/W}^{0.75}, Kg = 0.356$$

$$\text{체중 300kg: } MEm = 94.80 \text{ kcal/W}^{0.75}, Kg = 0.462$$

$$\text{체중 400kg: } MEm = 97.68 \text{ kcal/W}^{0.75}, Kg = 0.570$$

체중별 MEm은 체중 100 kg 시 99.80 kcal/MBS로 가장 높았던 반면 체중 200 kg시 가장 낮아 94.48 kcal/MBS였고, Kg는 0.36~0.57의 범위에 있었다. 체중별 성적을 종합 분석한 결과, MEm은 95.80kcal, Kg는 0.44로 평가되어졌다. 본 시험의 MEm 요구량은 이 등(2002)이 수행한 절식대사 시험의 결과인 102.69kcal/W<sup>0.75</sup> 보다 조금 낮았다.

사료 조합별 그리고 체중에 따른 대사율(ME/GE)은 0.52~0.65의 범위였으며 체중간의 차이는 없었으나, 배합사료와 옥수수 사일리지 혼합시 대사율이 높아지는 경향이였다. 대사율은 대부분 소화율에 의해 좌우되어지며(Ørskov 등, 1969), 체중간 대사율 차이는 없다고 한다(Blaxter 등, 1966). 또한 본 시험에서는 사료 급여 수준과 대사율 간에 어떠한 차이를 볼 수 없었는데, 사료급여수준이 증가함에 따라 감소하였다고 한 Flatt 등(1967)의 보고와 상이하였다. 본 시험에서는 사료 급여 수준에 따른 소화율의 감소가 나타나지 않았던 것이 주 원인

으로 사료된다.

증체시 ME 이용효율(Kg)은 0.44로 ARC (1980) 평가수치 0.38 보다도 높았던 이유로 세 가지를 들 수 있는데, 첫째, 한우는 중소형종으로서 만숙종인 Charolais, Limousin 또는 Simmental과 같은 대형 만숙종에 비해 에너지 축적량중 지방으로부터의 축적 비율이 높아 에너지 축적 효율이 높아지게 된 것이며(Rompala 와 Byers, 1978; Fortin 등, 1980; Barber 등, 1981; Geay, 1984), 둘째, 측정 방법간 차이로서 일반적으로 비교도체 조사법은 실제 에너지 축적량 보다도 낮게 평가할 우려가 있고 대사 장치를 이용한 균형 시험법은 실제보다 높게 평가할 우려가 있다(McDonald 등, 1988). 마지막으로 한우의 MEm 요구량이 실제보다 높게 평가되었을 가능성인데 이 경우 증체 또는 증체를 위한 ME 섭취량이 적어지게 되어 Kg가 높아질 수 있다. 그러나 한우의 MEm 요구량 103.52 kcal/MBS 는 외국 육우 품종과 비교할 때 결코 높다고 할 수 없기 때문에 첫째와 둘째의 가능성에 의해 Kg가 높게 평가되어진 것 같다.

#### IV. 요약

수소 육성과 비육단계에서 필요로 하는 유지 에너지 요구량을 구하기 위해 체중 100kg에서 400kg까지 100kg 증체 간격(100, 200, 300, 400 kg)으로 각 9두를 이용한 3처리(에너지 급여수준) 3반복의 에너지 균형 시험을 수행하였다. 에너지 급여수준은 대사에너지(Metabolizable energy; ME)로 1) 유지에너지 수준(Maintenance, 1.0M), 2) 유지에너지의 1.5배(1.5M), 3) 유지에너지의 2배(2.0M)을 섭취 할 수 있도록 1일 사료급여량을 정하였고, 조사료와 농후사료의 비율은 40:60을 유지하였다. 이와 같은 시험 설계를 기초로 각 체중별로 국내에서 주로 이용되는 볏짚(실험 I), 목건초(실험 II), 옥수수 사일리지(실험 III)의 조사료가 다른 조건에서의 유지에너지 요구량을 구하였다.

체중별 MEm은 체중 100kg시 99.80 kcal/MBS로 가장 높았던 반면 체중 200kg시 가장



낮아 94.48 kcal/W<sup>0.75</sup>였고, Kg의 경우 0.36~0.57의 범위에 있었다. 체중별 성적을 종합 분석한 결과, 유지를 위한 대사에너지(MEm)는 95.80kcal, 증체를 위한 대사에너지 이용효율(Kg)은 0.44로 평가되어졌다.

## V. 인 용 문 헌

1. A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Agricultural Research Council. 1980. The Nutrient requirements of Ruminant Livestock, Technical Reviews by an Agricultural Research Council Working Party. ARC, Farmham Royal, England.
3. 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.
4. Barber, K. A., Wilson, L. L., Ziegler, J. H., LeVan, P. J. and Watkins, J. L. 1981. Charolais and angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. II. Empty body composition, Energetic efficiency and comparison of compositionally similar body weights. J. Anim. Sci. 53:898-906.
5. Blaxter, K. L., Clapperton, J. L. and Wainman, F. W. 1966. Utilization of the energy and protein of the same diet by cattle and sheep. J. Agric. Sci. Camb. 67:67-75.
6. Brouwer, E. 1965. Report of sub-committee on constants and factors Pages 441-443 in Energy Metabolism. K.L. Blaxter (Ed.), EAAP Publication No. 11. Academic Press, London.
7. 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 month of energy. Energy Metab. proc. Symp. 43:312-315
8. Ferrell, C. L. and Jenkins, T. G. 1985. Energy utilization by Hereford and Simmental males and females. Anim. Prod. 41:53-61.
9. 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.
10. Fortin, A., Reid, J. T., Maiga, A. M., Sim, D. W. and Wellington, G. H. 1980. Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on muscle growth and distribution in the bovine carcass J. Anim. Sci. 51:1288-1296.
11. Geay, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. J. Anim. Sci. 58:766-778.
12. McDonald, P., Edwards, R. A. and Greenhalgh, J. F. D. 1988. Animal Nutrition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
13. National Research Council. 1976. Nutrient requirements of Domestic Animals: Nutrient requirements of beef cattle. 5th ed. Washinton, D.C.
14. 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.
15. 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.
16. Rompala, R. E. and Byers, F. M. 1978. Nutritional regulation of genetic potential for protein and fat deposition in beef cattle. J. Anim. Sci.(Suppl.1). 47:437.
17. 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.
18. 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.
19. 農林水産技術會議事務局 : 日本飼養標準, 肉用牛. (2000년판), 中央畜産會. 2000.
20. 이상철. 1991. 한우 수소의 유지 및 증체시 에너지 대사와 단백질 이용효율에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
21. 이상철. 탁태영, 김경훈, 윤상기. 2002. 절식대사 시험에 의한 한우 수소의 유지에너지 요구량 결정에 관한 연구. 한국동물자원과학회지. 45(1): 113-122.
22. 정연후, 이상철, 강수원, 정정수, 정천용. 1992. 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 결정. I. 대사시험에 의한 한우 육성빈우의 에너지와 단백질 요구량 결정. 한축지 34(5):293-300.
23. 탁태영, 강태홍, 김강식. 1983. 대사시험에 의한 한우 성빈우 유지시 양분요구량에 관한 연구. 한축지 25(2)117-137.

(접수일자 : 2002. 11. 4 / 채택일자 : 2003. 1. 17)