

비교도체법을 이용한 한우 거세우의 체중에 따른 체축적에너지 추정

류채화*, 백열창**, 박설화*, 김혜란*, 이현정*

*국립축산과학원 동물영양생리과

**국립축산과학원 한우연구소

e-mail:hyunj68@korea.kr

Determination of retained energy in Hanwoo steers according to body weight using the comparative slaughter experiment

Chae-Hwa Ryu*, Youl-Chang Baek**, Seol-Hwa Park*, Hye-Ran Kim*, Hyun-Jeong Lee*

*Animal Nutrition and Physiology Division, National Institute of Animal Science, Wanju 55365, Republic of Korea

**Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25340, Republic of Korea

요약

본 연구에서는 한우의 성장 속도와 체중 증가 패턴이 크게 변화하여 체축적에너지에 대한 재평가를 하고자 수행되었다. 실험에 사용된 공시축은 국립축산과학원 한우연구소 태어난 한우 송아지로, 출생 직후 3두와 2, 6, 10, 12, 14, 18, 22, 26, 30개월령 각각 10두씩, 총 93두으로 설계하였다. 분석은 R program을 이용해 수행하였으며, 회귀 분석에는 stats 패키지를, 패널 분석에는 plm 패키지를 사용하였고, 회귀 진단 및 가설 검정에는 lmtest 패키지를 활용하였다. 또한, 시각화와 그래프 제작에는 ggplot2 및 ggpubr 패키지가 사용되었다. 분석결과, 모든 요인에서 랜덤효과모형이 가장 적합하게 나타났다. 따라서 체축적에너지의 회귀식을 체축적에너지 = $-259.551 + 3.584 \times \text{생체중}$ 와 체축적에너지 = $-244.26 + 3.932 \times \text{공체중}$ 으로 결정하였다. 본 연구결과는 한우의 성장 패턴을 보다 심층적으로 이해하는 기초자료가 될 것으로 생각된다.

1. 서론

정미에너지는 사료로부터 섭취한 총에너지 중에서 분뇨, 가스 및 체내 열 발생으로 손실되는 에너지를 제외한 유효한 에너지를 의미하며[1], 이는 유지에너지와 증체에너지로 구분할 수 있다[2]. 선행연구에서는 한우비육과 함께 에너지연구가 이루어졌으나, 주로 유지에너지 요구량에 초점을 맞추고 있다[3]. Kim 등[4]의 연구는 다양한 성장 단계에서 한우 거세우의 체축적에너지(retained energy, RE) 및 체단백질의 변화를 조사하여 증체에너지를 산출하였지만, 한우의 성장 속도와 체중 증가 패턴이 크게 변화하여 체축적에너지에 대한 재평가가 필요하다. 본 연구는 체축적에너지에 대한 최신 자료를 제공하고, 이를 통해 한우 거세우의 에너지 관리 전략을 수립하는 데 중요한 기초 자료를 제공하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

실험에 사용된 공시축은 국립축산과학원 한우연구소 태어난 한우 송아지로, 출생 직후 3두와 2, 6, 10, 12, 14, 18, 22, 26, 30개월령 각각 10두씩, 총 93두으로 설계하였다. 도축월령에 도달한 공시축은 출하일 아침 사료급여 전 체중을 측정하

고 충격법으로 기절시킨 후 도축하였다. 도축된 개체는 각 부위의 중량을 측정한 후, 일정비율의 시료를 채취한 뒤 0~5°C 상태로 실험실로 운반하여 균질화하였다. 단백질은 AOAC[5]를 기반하여 분석하였고, 열량은 bomb calorimeter (Model 1563, Parr Instrument Company, Moline, IL, USA)로 측정하였다. 분석은 R program(version 4.4.1)을 이용해 수행되었으며, 선형 회귀 분석에는 stats 패키지를, 패널 분석에는 plm 패키지를 사용하였고, 회귀 진단 및 가설 검정에는 lmtest 패키지를 활용하였다. 또한, 시각화와 그래프 제작에는 ggplot2 및 ggpubr 패키지가 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

회귀분석(ordinal linear model)은 전체적인 패턴을 설명하고, 패널분석은 개체별로 그 패턴의 차이를 분석하여 보다 정밀한 해석을 제공한다. 패널분석에서는 개체효과와 시간효과를 모수로 가정하여 상수로 가정하는 모형을 고정효과(fixed effect) 모형이라 하며, 확률적 변수로 가정하는 모형을 랜덤효과(random effect) 모형이라 한다[6, 7]. 회귀분석의 결과를 기반으로 패널분석을 하여 추가적인 연구 결과를 얻었고, 두

가지 분석을 종합하여 결과를 산출하였다. 모든 요인에서 랜덤효과모형이 가장 적합하게 나타났다. 따라서 체중적에너지의 회귀식을 $RE = -259.551 + 3.584 \times \text{생체중}(\text{live body weight})$ 와 $RE = -244.26 + 3.932 \times \text{공체중}(\text{empty body weight})$ 로 결정하였다. 본 연구결과는 한우의 성장 패턴을 보다 심층적으로 이해하고, 개체 맞춤형 사양 관리를 설계하는데 기초자료가 될 것으로 생각된다.

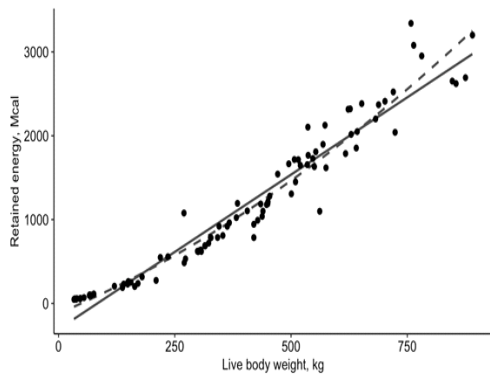


Fig. 1. Relationship between live body weight (kg) and retained energy (Mcal) on Hanwoo steers.

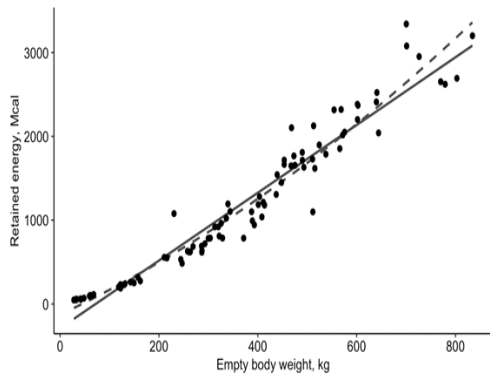


Fig. 2. Relationship between empty body weight (kg) and retained energy (Mcal) on Hanwoo steers.

Table 2. Comparison of Regression Models: Ordinal Linear Model, Fixed Effect Model, and Random Effect Model for Predicting Retained Energy from Live Body Weight

Items		Intercept	Live body weight	Statistics	Model test
Ordinal linear model	Estimate	-307.526	3.687	F = 1288.293	
	Standard Error	47.288	0.103	adjRSQ = 0.934	
	t-value	-6.503	35.893	AIC = 1261.595	
	p-value	<0.001	<0.001		
Fixed effect model	Estimate	-124.654	3.23	F = 54.499	F test: <0.001
	Standard Error	176.096	0.437	adjRSQ = 0.396	
	t-value	-0.708	7.382	AIC = 1241.158	
	p-value	0.481	<0.001		
Random	Estimate	-259.551	3.584	F =	Hausman

effect model	Standard Error	79.017	0.172	435.640	test: 0.379
	z-value	-3.285	20.872	adjRSQ = 0.819	
	p-value	0.001	<0.001	AIC = 1239.101	

Table 3. Comparison of Regression Models: Ordinal Linear Model, Fixed Effect Model, and Random Effect Model for Predicting Retained Energy from Empty Body Weight

Items		Intercept	Empty body weight	Statistics	Model test
Ordinal linear model	Estimate	-290.59	4.043	F = 1322.755	
	Standard Error	46.274	0.111	adjRSQ = 0.936	
	t-value	-6.28	36.37	AIC = 1259.323	
	p-value	<0.001	<0.001		
Fixed effect model	Estimate	-108.157	3.537	F = 57.454	F test: <0.001
	Standard Error	169.384	0.467	adjRSQ = 0.408	
	t-value	-0.639	7.58	AIC = 1239.173	
	p-value	0.525	<0.001		
Random effect model	Estimate	-244.26	3.932	F = 452.283	Hausman test: 0.357
	Standard Error	76.991	0.185	adjRSQ = 0.824	
	z-value	-3.173	21.267	AIC = 1237.146	
	p-value	0.002	<0.001		

참고문헌

- [1] L. O. Tedeschi, D. G. Fox, T. P. Tylutki, "Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets," *Journal of Environmental Quality*, vol. 32, no. 5, pp. 1591-1602, 2003.
- [2] Y. H. Chung, S. C. Lee, S. W. Kang, C. S. Chung, C. Y. Chung, "Estimation of energy and protein requirements for Korean native heifers," *Korean Journal of Animal Science*, vol. 34, no. 5, pp. 293-300, 1992.
- [3] K. H. Kim, Y. G. Oh, S. C. Lee, B. T. Jeon, "Determination of energy requirements for maintenance in Hanwoo steers," *Journal of Animal Science and Technology*, vol. 46, no. 2, pp. 193-200, 2004.
- [4] K. H. Kim, Y. G. Oh, S. C. Lee, K. J. Shin, W. T. Chung, S. W. Kang, S. K. Hong, J. C. Ju, B. H. Baek, "Determination of net energy and protein requirements for growth in Hanwoo steers by comparative slaughter experiment," *Journal of Animal Science and Technology*, vol. 49, no. 1, pp. 41-50, 2007.
- [5] AOAC, *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists,

Washington DC, 1990.

- [6] S. Choi, J. Baek, "Onion yield estimation using spatial panel regression model," *The Korean Journal of Applied Statistics*, vol. 29, no. 5, pp. 873-885, 2016.
- [7] A. Berrington, P. Smith, P. Sturgis, "An Overview of Methods for the Analysis of Panel Data," ESRC National Centre for Research Methods Briefing Paper, 2006.