

[초음파를 이용한 한우의 도체 특성 추정에 관한 연구]

- 축협중앙회 한우개량부 정재경

<요약>

한우산업의 국제경쟁력 향상과 소비자가 요구하는 고급육을 생산하기 위해서는 도축전에 살아있는 가축으로부터 육질과 육량을 판정할 수 있는 기술의 개발이 요구되고 있다. 생체상태에서 도체특성을 추정할 수 있는 기술로서는 초음파, X-선 및 핵자기공명 등이 있지만 실용화가 가능한 방법으로는 초음파 기술을 대표할 수 있다.

초음파 기술을 이용하여 살아있는 소의 등지방두께와 등심단면적을 추정하는데에 대해서는 높은 정확도를 갖고 있어 일부 국가의 종축선발 기관이나 비육장에서는 정육생산능력을 예측하는데 효과적으로 이용하고 있지만 근내지방도의 추정능력과 실용화는 아직 연구단계에 있다.

우리나라의 초음파 기술 이용실태는 아직 연구단계에 있다고 할 수 있지만 1990년대에 접어들면서 학계와 연구계 및 산업현장에서 기기의 정확도를 향상시키고 현실에 적합한 기기를 개발하고자 노력하고 있으므로 그 효과는 곧 가시화될 것으로 기대된다.

<서론>

1. 한우산업의 여건과 당면과제

우리나라는 GATT/UR의 타결과 함께 WTO의 출범, OECD의 가입 등 국제화를 향한 상황 변화로 모든 축산물이 수입자유화를 맞게 되었고 이에 대하여 우리 한우산업은 고급육 생산 기술의 개발 보급, 한우육 전문판매점 설치, 한우육의 우수성 및 소비홍보 등의 대응책으로 어느 정도 체질화 되고 안정권에 접어드는 것 같았다.

그러나 1997년 12월의 IMF사태는 이러한 한우산업의 몸부림에 더 강한 고난을 요구할 뿐 만 아니라 급기야 (표-1)에서와 같이 산지가격과 도매가격의 급락으로 인하여 “생산기반 붕괴”라는 불안감마저 가중시키고 있다.

(표-1) 연도별 한우의 사육두수 및 가격 변화 (단위 : 천두/천원)

년 도	두 수 333(가임암소/암소)	산지 및 시장가격			
		산지가격(500kg)		시장가격(원/kg, 지육)	
		암	수	도매	소비자
1990	1,622 (761/1,108)	2,147	2,406	6,629	11,148
1992	2,019 (965/1,406)	2,691	3,004	7,634	14,098
1994	2,393 (1,099/1,609)	2,619	2,918	7,244	14,748
1996	2,844 (1,339/1,943)	2,853	2,848	6,971	16,242
1997	2,735 (1,219/1,528)	2,159	2,426	5,618	15,674
1998(6)	2,750 (1,235/1,847)	1,780	2,000	5,043	15,400

반면 국민들의 축산물에 대한 선택기준은 과거의 양적기준에서 질적기준으로 변화하면서 신선할 뿐만아니라 안전하면서도 고품질인 제품을 요구하고 있다.

따라서 이러한 한우산업의 어려운 생산여건과 고급육을 원하는 소비욕구를 충족시키기 위해서는 저비용 고효율화 형태의 구조로 체질을 개선함으로써 생산비 절감과 고급육 생산 그리고 위생적이며 안전성이 확보된 가공·유통 체계를 확보하여야 할 것이다.

2. 생체에 대한 도체특성 추정의 필요성

지금까지의 한우육이라는 단일화되고 획일적인 쇠고기의 개념이 다양화되고 구분화되기 시작한 것은 1993년 7월 도체등급제에 대한 법적토대를 마련하면서 부터이며, 이는 곧 생산자와 유통업자 그리고 소비자에게 선택의 지표를 제공함과 동시에 쇠고기의 수입자유화에 대한 대응책의 일환으로 고급육 생산을 유도하기 위한 것이기도 하였다.

그러나 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도를 주축으로하여 육량등급과 육질등급이 판정되는 도체등급제 개념의 양축가 홍보와 고급육(B-1등급 이상육) 생산 기술의 개발·보급이 폭넓게 확실히 이루어지지 못하여 양축가에게는 경제적 손실을 그리고 소비자에게는 고급육에 대한 선택의 폭 축소를 초래하게 되었던 것이다.

따라서 생산자들은 균일한 육량과 육질을 갖는 고급육을 일정하게 생산할 수 있는 소를 생체상태에서 확인하고자 하는데 관심이 고조되어 가고 있으며, 이러한 도체특성에 대한 예측방법으로서 지금까지는 소의 나이, 체중 및 외모평가 등의 감각적이며 주관적인 성향을 나타내는 비과학적인 방법이 주를 이루어왔다.

1990년대에 들어와서야 과학적이며 객관적이라고 할 수 있는 초음파 기술의 연구가 진행되기 시작하여 왔다(방 등, 1994; 김 등, 1995).

3. 초음파를 이용한 생체의 도체특성 추정

가. 개요 및 활용방안

초음파란 사람이 들을 수 있는 소리의 영역(20~20,000Hz)을 벗어난 음파를 말하며, 가축이나 사람에게 있어서 무해할 뿐만아니라 물체 내부의 구조적 특징을 2차원의 단층으로 또는 X-Y축의 선상으로 알아보기 쉽게 나타내는 특성을 갖고 있다.

이러한 초음파의 특성은 도체의 품질을 결정지어주는데 있어서 중요한 지표가 되는 등지방두께, 등심단면적 및 근내지방도를 생체상태에서 추정하게끔 해줌으로써 조기 종축선발을 통한 개량의 가속화 시켜줄 수 있고, 과학적인 비육체계를 통한 고급육 생산을 가능하게끔 해줄수 있는 것이다.

1950년대 돼지의 등지방두께에 대한 초음파 기술 적용을 시작으로 양 및 소에 대하여 확산 적용되었으며 주로 등지방두께 또는 우둔지방두께 그리고 배최장근단면적과 근내지방도에 대하여 적용이 이루어져 왔으며(Smith et al., 1992; Houghton et al., 1992; 방 등, 1994; 김 등, 1995) 특히 소의 도체특성 추정에 대한 연구는 1980년대 이후부터 시작되어 현재 활발히 진행중에 있으며 그 결과를 요약해 보면 표-2와 같다.

초음파기술의 실용화에 있어서 우선적으로 해결되어야 하는 정확도는 기기의종류와 기술

자의 촬영 및 화상에 대한 판독능력의 수준에 따라서 정확도가 상이하며 현재까지의 결과는 등지방두께가 0.45-0.96, 등심단면적이 0.20-0.94 그리고 근내지방도는 0.20-0.91으로 나타나고 있다.

<표-2> 비육우에 대한 초음파 기술의 적용 및 정확도

연구자 및 연구년도	초음파기기	측정부위*	정확도(r)
Harada and Kumazaki, 1980	Canogram	5th to 8th Rib fat	.85 to .97
		LMA	.83 to .92
		Marbling	.77 to .91
Harada et al., 1985	Kaijo B-mode Scanningscope	12 Rib fat	.63
		LMA	.86
		Marbling	.78
Stouffer and Cross, 1985	Technicare 210 DX	Rump fat	.53
		12th Rib fat	.78
		LMA	.87
		Marbling	.21
Perry et al., 1989	G. E. Datson	Rump fat	.62
		12th Rib fat	.86
		LMA	.76
		Attenuation If BF<2Cm	.56(M ^b & L ^c)
		LMA	.80
		Attenuation	.62(M ^b & L ^c)
Brethour, 1990	Technicare 210 DX	Speckle score before slaughter	.22 to .77(M ^b)
		Speckle score>30d before slaughter	.45 to .70(M ^b)
Duello et al., 1990	Aloka 63	12th Rib fat	.87
		LMA	.75
		L value	.20 to .40(M ^b & L ^c)
Houghton et al., 1989	Technicare 210 DX	12th Rib fat	.87
		LMA	.78
Smith et al., 1990	Technicare 210 DX	12th Rib fat	.82
		LMA	.63
방 등(1994)	Aloka SSD 210 DX	13th Rib fat	.77
		LMA	.45
김 등(1995)	Color scanning scope USL-21(B)	13th Rib fat	.84
		Marbling	.46

*LMA = *Longissimus dorsi* muscle area ; BF = back fat. thickness

^bMarbling score as determined by visual appraisal of the carcass.

^cLipid content as determined by chemical analysis.

나. 고급육 생산 체계에 있어서의 활용화

비육 프로그램에 있어서 초음파 기술의 활용은 도축후의 적육비율을 예측하고 균일한 체 구성비를 갖는 도체품질을 만드는데 소요되는 사육기간을 예측하는 것이다. 현재 미국의 일부 비육장에서는 균일한 도체품질을 가져오기 위하여 등지방의 두께가 0.41inch가 되면 출하를 하면서 이를 위해 비육말기에 초음파 촬영을 하고 사육기간을 예측하는 것으로 알려져 있다(Houghton et al., 1992).

예를 들어 Harada 등(1985)은 64두의 일본화우에 대하여 등지방두께, 등심단면적 및 근내지방도를 성장단계별로 나누어 단계1(11-12개월령), 단계2(15-16개월령), 단계3(21-22개월령)에 측정된 결과 근내지방도를 제외한 단계1의 초음파값과 체적값은 단계2와 단계3의 도체특성을 추정할 수 있다고 보고하였다.

이들에 의하면 근내지방도의 추정이 어려웠던 이유는 본래, 근내지방은 환경에 영향을 받는 매우 유동적인 성분이기 때문이며, 따라서 조기의 예측한다는 것은 어려운 일이라고 보고하였다.

그러나 이와 반대의 실험결과가 Brethour(1990)에 의해 보고되었는데 그에 의하면 14부류 총 619두의 소를 도축하기 148일 전까지 여러번의 간격을 갖고 초음파 촬영을 실시하여 speckle score값을 판정한 결과 도축시점에서 Small marbling을 얻은 것이 USDA의 Choice 등급을 받았다고 하였으며, 또한 이때 speckle score값은 소들의 품종과 나이 및 성 등에 따라서 다양하다고 하여 초음파 기술의 실용화를 위해 선행되어야 할 과제들을 제시하였다.

이 결과로 부터 얻은 결론은 speckle score는 고도로 반복력($r=0.90$)을 갖고 있으며, 결과적으로 Speckle score는 도체 근내지방도에 대하여 어느 정도의 관련성을 갖고 있다고 할 수 있지만 현장에 적용하기 위해서는 측정속도, 정확도 및 정밀도를 개선하기 위한 컴퓨터 프로그램의 개발이 필요하다고 강조하였다.

Houghton(1988)은 15-18개월령된 거세우 706두에 대하여 십자부고와 등지방두께(초음파)를 기준으로 체형이 큰 그룹과 작은 그룹으로 분리하여 사육한후 우리별로 도축을 하되 15%에 해당하는 두수의 등지방두께가 약 1.0Cm이 되거나 체중이 591Kg되면 출하하였다.

이러한 방법에 소요되는 기간은 83-104일이 걸려 21일의 차이를 보였고 도축후 우리별 평균 등지방두께는 $0.92-1.1 \pm 0.27$ Cm를 나타내어 등지방두께 1.0Cm이라는 균일한 체형의 도체 품질을 만드는데 있어서 초음파기기의 유용성을 말해주는 것이다.

이러한 연구들은 비육우가 비육장에 입식되기전에 골격과 등지방두께에 의해서 분류되므로 다른 체형에서도 균일하면서 바람직한 육량과 육질의 등급육을 얻는데 필요한 사육기간을 알아낼수 있다는 것을 의미한다.

일반적으로 한우의 고급육 출현율은 육질등급만 고려할 경우 거세우(약 80%) > 암소(약 50%) > 비거세우(약 10%)의 순으로 성예의한 차이가 심하게 나타나고 있다. 그러나 육량등급, 즉 정육생산능력을 감안하면 이러한 수치들은 더 떨어지게 되며 그 이유는 출하시기 결정에 있어서 월령이나 체중 및 외모심사만을 기준으로한 관능적 평가를 함으로써 육량등급에 부의 영향을 미치는 불가식지방(피하지방)의 과다한 축적을 조기에 예측하지 못하였기 때문이다. 이러한 관습적이며 비과학적인 예측방법은 육질등급 있어서도 마찬가지 이다.

육질등급의 판정에 중요한 요소가 되는 근내지방도는 사양기술, 사료종류 및 개체간의 차이에 따라서 다소의 차이는 있지만 일반적으로 생후 18개월령부터 침착하여 24개월령에 절정에 달하는 것으로 알려져 있다. 이는 조기에 밀소의 능력을 판단함으로써 고급육 생산의 가능성 유무를 예측할 수 있다는 것임과 동시에 사육기간의 조정으로 인하여 고품질의 쇠고기를 균일하게 생산할 수 있다는 것이다.

4. 초음파 기술의 이용에 대한 문제점 및 개선사항

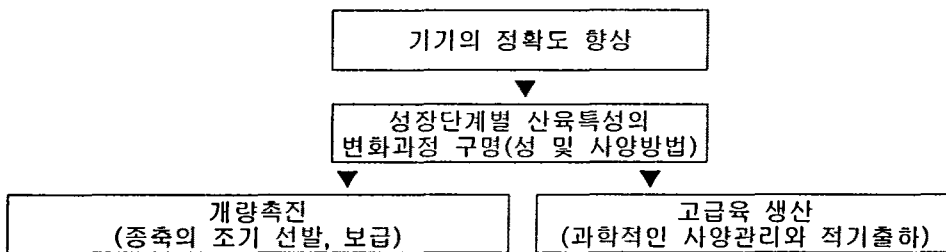
초음파 기술의 실용화를 위한 선결과제는 <그림-1>에서와 같이 우선 기술자의 숙련도와

품종 및 성 등의 개체차이에 따라서 가져올 수 있는 정확도의 차이를 최대한 극복시키고 향상시켜야 할 것이다. 즉 초음파 판정값과 도체실측값에 대한 오차를 최소화 하여야 하며, 특히 근내지방도에 대해서는 주관적인 성향이 강한 speckle score에 대한 기준을 객관화할 수 있는 프로그램의 개발이 필요할 것이다.

또한 종축선발이나 출하시기의 조정을 위해서는 조기에 도체특성의 변화과정을 예측할 수 있는 도체특성의 변화과정에 대한 기준식을 산출하여야 할 것이며, 이를 위해서는 다양한 사양조건에 대한 성별 도체특성의 변화과정을 성장단계별로 표준화하여야 할 것이다.

아울러 초음파 기술을 산업현장에 쉽게 적용하기 위해서는 간편하면서도 실용적인 기계를 개발, 보급하여야 할 것이며 초음파 기술의 효과를 극대화 하기 위해서는 도체특성을 추정할 수 있는 외형상의 발육형질에 대한 연구도 병행되어야 할 것이다.

<그림-1> 초음파 기술의 실용화를 위한 모식도



<결론>

한우산업의 구조가 저비용 고효율화 체계로 변화함과 동시에 품질(가치)기준의 마케팅(Value-based marketing)개념으로 흐름에 따라 생산업자들은 더욱더 도체특성에 관심을 갖게 되었다. 그러나 생산업자들은 도축전 도체특성의 예측에 대한 중요성을 인식하고 있음에도 불구하고 적절한 방법들의 부재로 인하여 딜레마에 빠져있으며, 이러한 문제들을 해결하기 위하여 많은 연구자들은 생체상태에서 지방두께와 근육의 발달을 확인시켜줄 수 있는 방법으로 초음파 기술에 관심을 갖기 시작하였고 실제로 비육우의 비육프로그램에 있어서 지방두께와 등심단면적을 예측하고 근육의 특성을 예측하고 출하시 일정한 규격의 도체를 만들어 내는데 성공적으로 이용되고 있다.

그러나 초음파 기술 하나만으로는 적정수준의 정확도를 제공하지 못할 것이므로 나이, 성, 품종, 체중 및 십자부고 등의 요인들이 부가되어야 만이 보다 정확성을 가져올 것이다.

<참고문헌>

1. Brethour, J. R. 1990. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. J. Anim. Sci. 68:2603.
2. Harada, H., K. Moriya, and R. Fukuhara. 1985. Early prediction of carcass traits

of beef bulls. Jpn. J. Zootech. Sci. 56(3):250.

3. Houghton, P. L., and L. M. Turlington. 1992. Application of Ultrasound for Feeding and Finishing Animals: A Review. J. Anim. Sci. 70:930.

4. Smith, M. T., J. W. Oltjen, H. G. Dolesal, D. R. Gill, and B. D. Behrens. 1992. Evaluation of Ultrasound for Prediction of Carcass Fat Thickness and Longissimus Muscle Area in Feedlot Steers. J. Anim. Sci. 70:29.

5. 김형철, 전광주, 나기준, 유영모, 정재경. 1995. 생체에서 초음파 측정기를 이용한 한우 도체형질의 추정에 관한 연구. 한축지. 37(4):336.

6. 방극승, 윤주용, 김영길. 1994. 한우 등지방층의 초음파측정. 한축지. 36(4):409.

7. 윤상기. 1998. 한우산업의 활로개척 방안(한우산업의 현황과 발전방안). 축산연 대관령지소. 2.