

# 초음파를 이용한 한우의 도체육질 예측

이용준 · 김지용 · 이성기 · 송영한

강원대학교 동물자원과학대학

## Prediction of Carcass Meat Quality Grade by Ultrasound in Hanwoo

Y. J. Rhee, J. Y. Kim, S. K. Lee and Y. H. Song

College of Animal Resource Sciences, Kangwon National University

### ABSTRACT

For the establishment of prediction strategies of carcass meat quality grade and for the enhancement of prediction accuracy, sixty six Hanwoo steers were ultrasonically tested at 24 months of age. Ultrasonic meat quality grade were predicted by standard ultrasonic image and decision tree method using ultrasonic meat quality index. From the results of decision tree method using ultrasonic meat quality index, it was found that the marbling score was mainly influenced by the distinctness of rib on ultrasound image. Prediction accuracy of meat quality grade by ultrasonic meat quality index was 86.4%, resulting in 7.6% higher accuracy than that by standard ultrasonic image (78.8%).

(Key words : Ultrasound, Meat quality grade, Marbling score, Hanwoo)

### I. 서 론

우리나라의 육류 소비량은 그 동안 꾸준한 증가를 보여 왔으며, 그 중 국민 1인당 연간 쇠고기 소비량은 1990년도 4.1 kg에서 2002년도에는 8.5 kg으로 약 2배가량 증가를 보이고 있다(농림부, 2003). 또한, 축산물 브랜드 육성이 본격화 되면서 한우 사육에 있어서도 소비자가 원하는 고품질의 쇠고기 생산이 절실히 요구되고 있다.

최근 소비자 요구에 부응하는 고급육을 생산하기 위하여 다양한 사육기술이 사육현장에 적용되어 이용되어지고 있다. 한우 수소의 거세율은 2004년도에 35.1%로 2000년도의 9.6%에

비해 월등히 높아졌고(축산물등급판정소, 2005), 거세우의 비육기간은 근내지방의 침착시기를 고려하여 기존의 24개월에서 28개월 이상으로 장기비육을 실시함으로써 고급육 출현율이 점차적으로 높아지고 있다. 또한, 초음파 진단기를 이용하여 사육단계별로 적절한 사료급여량을 조절하고, 육량과 육질을 고려한 출하시기를 결정하는 방법이 널리 이용되고 있다.

초음파를 이용한 생체평가는 육우의 산육성 향상과 고품질의 우육 생산을 위한 방안으로 널리 이용되어지고 있으나(Robinson 등, 1992; Song 등, 2002), 소의 초음파 진단화상을 판독하는 것은 매우 어려우며, 특히 육질 평가항목인 근내지방도를 명확히 판정하는 것은 상당한

\* 본 연구는 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 지원과제(KRF-01-005-G20006)로 수행된 연구결과임  
Corresponding author : Y. H. Song, Division of Animal Resource Science, Kangwon National University, #192-1, Hyoja2-dong, Chuncheon, Gangwon-do, 200-701, Korea.  
Tel : 033)250-8617, Fax : 033)244-2433, E-mail : yhsong@kangwon.ac.kr

숙련과 기술을 필요로 하고 있다. 최근 초음파를 이용하여 한우의 도체육질을 예측하는 연구들이 진행되고 있으나(방 등, 1997; 정, 1997; 윤, 2000), 초음파기기의 효율성을 높이기 위해서는 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 초음파 육질판정에 있어서 새로운 예측방법을 개발함으로써 초음파 화상을 정확히 해석하고 육질 예측율을 향상하기 위해서 실시되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시축 및 실험방법

축산기술연구소 대관령지소의 제 30차 후대검정용 거세한우 66두를 대상으로 24개월령 출하 5일전에 실시간 초음파 진단기(2MHz linear, Super-Eye Meat, FHK, Japan)를 이용하여 소의 좌측 제13흉추와 제1요추 사이의 배최장근 단면을 측정하였다. 측정된 화상은 video copy processor(AP-950, Mitsubishi, Japan)를 이용하여 초음파 기록사진을 출력하였고, 영상캡처 보드가 장착된 휴대용 PC에 화상을 저장하고 이미지 분석 프로그램(Image-Pro Express, Media Cybernetics, USA)를 이용하여 육질을 판독하였다. 초음파 기기의 gain 설정은 total gain을 60, near gain을 -20, 그리고 far gain을 1.0으로 기본 설정하였으며, 개체에 따라 gain의 조절이 필요할 경우에는 기준에서 크게 벗어나지 않는 범위 내에서 조절하였다.

### 2. 육질예측 방법

(1) 초음파 표준화상을 이용한 도체육질 예측  
본 시험은 2004년 12월 1일자로 소 등급판정 기준이 변경되기 전에 수행되었기 때문에 육질 등급은 1<sup>+</sup>, 1, 2 및 3등급으로 총 4단계로 구분되었다. 도체 육질 등급에 따른 초음파 표준화상은 같은 도체 육질 등급의 초음파 화상 중에서 각 등급별 특징에 가장 잘 나타난 화상을 Fig. 1과 같이 선별하였다. 초음파 화상은 근내

지방도가 높을수록 배최장근내의 반사파 입자가 작고 골고루 분산되어지는 형태를 보이며, 제13늑골과 배최장근 아래 경계면의 선명도가 떨어지는 형태를 나타내고 있다. 초음파 표준화상을 이용한 육질 예측은 각 초음파 화상에 전체적인 이미지가 가장 근접한 표준화상을 선별하여 등급을 예측하였다.

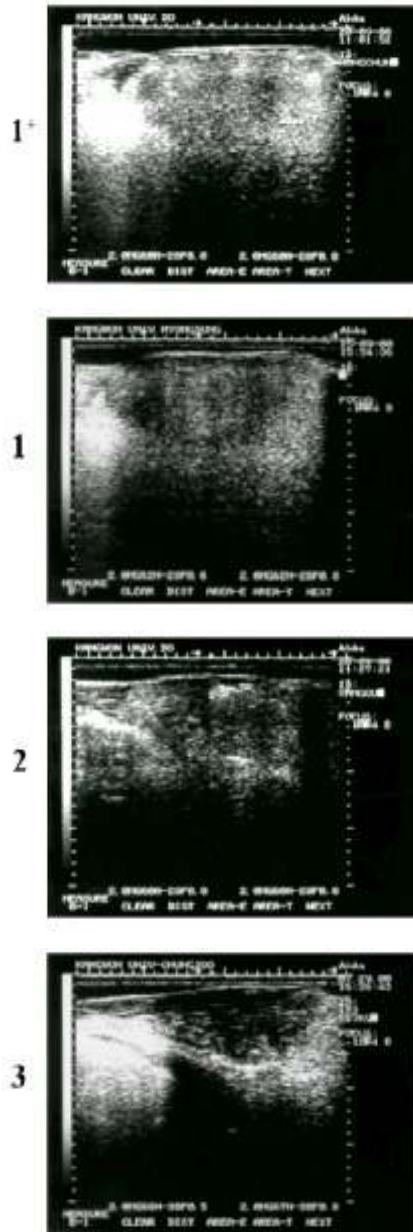


Fig. 1. Standard ultrasonic image.

(2) 육질 index 설정과 decision tree 기법에 의한 도체육질 예측

초음파 육질 index는 판정부위를 5가지 즉, 배최장근 내의 반사파(echo)의 퍼짐 정도(A)와 굵기(B), 배최장근 아래 경계면의 선명도(복부 쪽: C, 등쪽: D), 그리고 배최장근 아래 제13늑골의 선명도(E)로 분류하고, 각 항목별 지수를 1부터 5까지 분류하였다(Fig. 2).

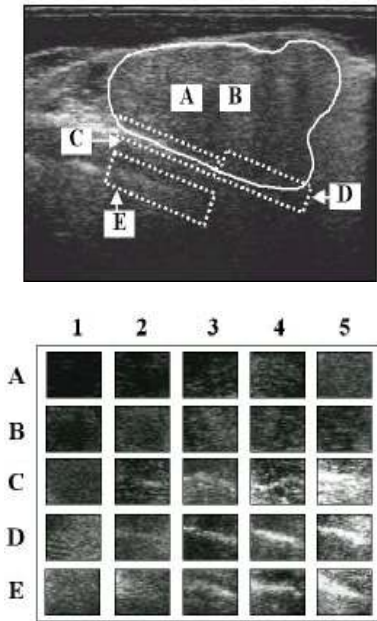


Fig. 2. Standard image of ultrasonic meat quality index.

초음파 육질 index를 이용한 도체육질 예측은 측정된 화상을 초음파 육질 index 판정표에

의거하여 각 부위별 지수를 1부터 5까지 분류를 하여 수치데이터로 변경하였다. 이렇게 변경된 수치데이터를 입력변수로 하고 도체육질 등급을 목표변수로 하여 SAS Enterprise Miner 4.0(2000)을 이용한 decision tree 분석을 실시하였다. 분석 알고리즘은 CART 알고리즘을 이용하였고, 각 변수에 대한 측도는 목표변수인 도체육질 등급은 명목형, 입력변수인 5항목의 지수 값은 순서형으로 설정하였으며, 부적절한 추론규칙을 가지고 있는 가지를 제거하고 최종 예측모형을 설정하였다.

III. 결과 및 고찰

우리나라의 도체육질 등급 판정은 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도를 이용하며, 이중 배최장근의 근내지방도가 육질 등급 판정에 있어서 가장 큰 기준이 된다. 그리고 생체에 초음파를 주사할 때에 근내지방 조직을 포함한 모든 생체조직은 음파의 감쇠를 야기하며, 근내지방 침착의 정도는 음파의 투과심도에 영향을 준다. 또한, 근내지방 침착의 증가는 gray level 화소 값의 밝기로서 확인되고 화소의 균질성에 따라 근내지방도를 판정할 수 있다(방, 1997). 따라서 본 시험에서는 초음파 화상을 이용하여 근내지방도를 예측함으로써 육질 등급을 예측하고 도체육질 등급과 비교 분석을 하였다.

초음파 표준화상을 이용한 도체육질의 예측율은 Table 1에 나타낸 바와 같다. 근내지방도가 6, 7인 1+ 등급에서는 17두 중 12두를 예측

Table 1. Prediction accuracy of meat quality grade by standard ultrasonic image

QGC <sup>1)</sup>	QGU <sup>2)</sup>				Total	Accuracy (%)
	1 <sup>+</sup>	1	2	3		
1 <sup>+</sup>	12	5	0	0	17	70.6
1	1	9	6	0	16	56.3
2	0	2	29	0	31	93.5
3	0	0	0	2	2	100.0
Total	13	16	35	2	66	78.8

<sup>1)</sup> Carcass meat quality grade, <sup>2)</sup> Ultrasonic meat quality grade.

하여 70.6%의 예측율을 보였고, 근내지방도가 4, 5인 1등급에서는 16두 중 9두를 예측하여 56.3%의 예측율을 나타냈다. 근내지방도 2, 3인 2등급은 31두로 출현두수가 가장 많았으며, 29두를 예측하여 93.5%의 예측율을 나타냈다. 근내지방도 1의 최하 등급인 3등급에서는 2두 모두를 예측하여 100.0%의 예측율을 나타냈고, 66두 전체의 예측율은 48두를 정확하게 예측하여 78.8%의 예측율을 나타냈다.

육질 예측에 있어서 가능한 한 판독자에 의한 주관적인 요소를 줄이고, 예측율 향상을 위하여 육질 등급에 따른 초음파 화상의 특징을 세분화하여 육질 판정에 이용하였다. 초음파 육질 index를 이용하여 수치화된 데이터를 decision tree 분석 방법에 의해 도체육질 등급을 분류한 결과는 Fig. 3에 나타낸 바와 같다. decision tree 분석에 의한 육질 예측에 있어서 육질 판정의 5가지 항목 중에 제13 늑골의 선명도가 육질 등급 판정에서 가장 우선적으로 이용되는 것으로 나타났다. 이 결과는 근내지방도가 낮은 경우에는 제13 늑골을 뚜렷하게 확인할 수 있으

나 근내 지방침착이 증가함에 따라 근내지방 때문에 발생하는 음파의 산란과 감쇠로 인해 늑골을 확인하기가 점차 어려워지고 이것이 육질 판정시 가장 먼저 쉽게 확인된다는 Brethour (1990)와 방(1997)의 보고와 일치하였다. 두 번째로는 배최장근 아래 경계면(등쪽)의 선명도가 육질 예측의 판단기준으로 이용되었는데, 배최장근의 경계면 역시 근내지방 침착에 따라 음파의 투과심도를 달라지게 함으로써 선명도의 차이가 나타난 것으로 판단되었다. 배최장근의 복부쪽 경계면의 선명도는 제13 늑골의 선명도와 비슷한 경향을 보였지만, 육질 등급에 따른 늑골의 선명도가 배최장근 경계면의 선명도에 비해 더욱 뚜렷하게 구분되는 것으로 나타나 decision tree 분석에 의한 육질 판정 기준에서는 제외되었다. 세 번째로는 배최장근내 반사파(echo)의 굵기 정도가 육질 판정에 이용되었는데, 근내지방의 침착이 높을수록 초음파 화상에 반사파의 입자가 작고 균일하게 영상화되는 것으로 나타나 방(1997)의 보고와 일치하였다. 하지만, 배최장근 내 반사파(echo)의 퍼짐 정

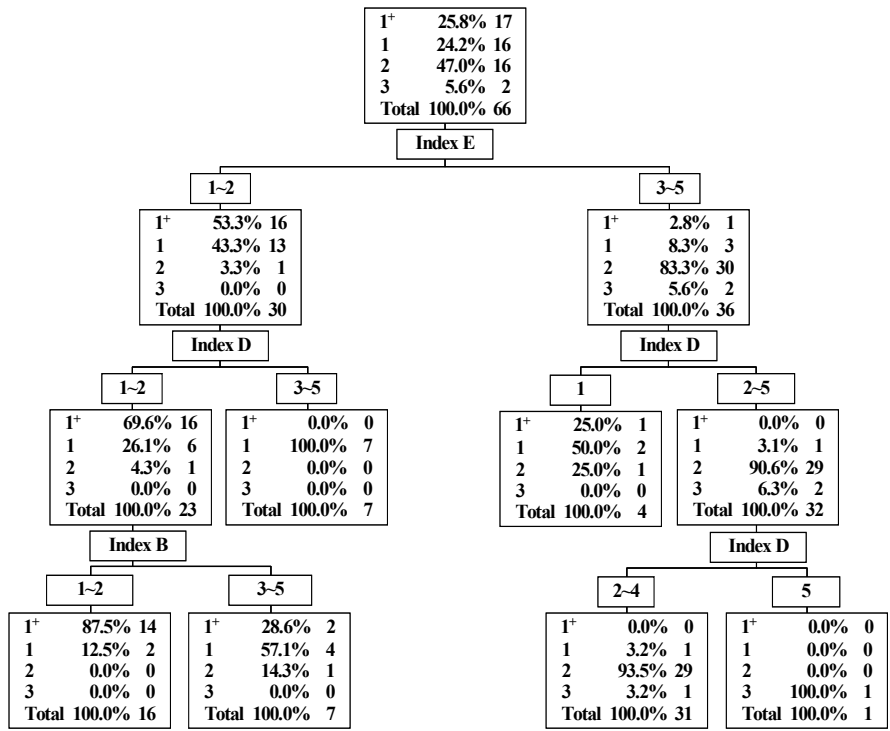


Fig. 3. Distribution pattern of meat quality grade by the decision tree method.

Table 2. Prediction accuracy of meat quality grade by ultrasonic meat quality index

QGC <sup>1)</sup>	QGU <sup>2)</sup>				Total	Accuracy (%)
	1 <sup>+</sup>	1	2	3		
1 <sup>+</sup>	14	3	0	0	17	82.4
1	2	13	1	0	16	81.3
2	0	2	29	0	31	93.5
3	0	0	1	1	2	50.0
Total	16	18	31	1	66	86.4

<sup>1)</sup> Carcass meat quality grade, <sup>2)</sup> Ultrasonic meat quality grade.

도는 다른 항목에 비해서 뚜렷한 경향이 나타나지 않아 decision tree 분석에 의한 등급분류 기준에서 제외되었다.

Table 2는 육질 index와 decision tree 분석을 이용한 육질 예측율을 나타내었다. 도체육질 1<sup>+</sup> 등급에서 17두 중 14두를 예측하여 82.4%로 초음파 표준화상을 이용하였을 경우에 비해 11.8%의 예측율이 향상되었고, 1등급에서 16두 중 13두를 예측하여 81.3%로 25.0%가 향상되었다. 2등급에서는 31두 중 29두를 예측하여 93.5%로 초음파 표준화상을 이용한 결과와 동일하였으며, 3등급에서는 2두 중 1두를 예측하여 50.0%의 예측율을 보였다. 따라서 전체적인 예측율은 86.4%로 초음파 표준화상을 이용한 결과에 비해 7.6%의 예측율이 향상되었다. 육질 index를 이용한 예측율의 향상은 육질 판정의 측정 항목과 각 항목별 등급분류를 확대함으로써 각 개체의 특성이나 판독자에 의한 오차를 줄인 것이 요인으로 판단된다. 그러나 본 시험에서는 66두의 24개월령 거세우에 한정하여 실험을 실시하였기 때문에 추후 예측율의 향상과 활용도를 더욱 높일 수 있는 충분한 두수의 확보와 더불어 좀 더 세분화된 index의 개발이 필요한 것으로 사료된다.

Table 3은 초음파 표준화상과 초음파 육질 index를 이용한 도체예측 등급과 도체실측 등급과의 상관관계를 나타내었다. 상관계수는 표준화상과 index를 이용하였을 때 각각 0.87과 0.91로 두 가지 방법 모두에서 유의적( $p < 0.001$ )으로 높은 상관관계를 나타냈으며, 초음파 육질 index를 이용한 예측이 표준화상을 이용한 예측에 비하여 높은 상관관계를 나타냈다.

지금까지 근내지방도에 따른 초음파 화상의 특징을 이용한 주관적 육질 예측에 관한 연구에 의하면, 방(1997)은 한우 암소를 대상으로 육질 등급을 5등급으로 분류하고 예측한 결과 67%의 육질 예측율을 보였고, 도체 실측치와 0.88의 상관관계를 나타냈다고 보고하였다. Brethour(1990)는 다양한 품종, 성별 및 연령별의 비육우를 대상으로 육질 등급을 2단계로 나누어 초음파 육질 예측을 실시한 결과에서 77.5%의 예측율을 보고하였다. 또한, 原田(1995)은 일본화우에서 초음파를 이용한 근내지방도 측정 결과에서 도체 실측치와의 상관계수가 0.77이었다고 보고하였다. 본 시험에서는 초음파 표준화상과 육질 index를 이용한 육질 예측에서 예측율이 각각 78.8% 및 86.4%를 보였고, 상관이 각각 0.87 및 0.91로 지금까지 보고된 결과에 비해 높은 수치

Table 3. Correlation coefficient between carcass meat quality and ultrasonic meat quality

Items	QGU <sup>2)</sup>	
	Standard ultrasonic image	Ultrasonic meat quality index
QGC <sup>1)</sup>	0.87***	0.91***

<sup>1)</sup> Carcass meat quality grade, <sup>2)</sup> Ultrasonic meat quality grade.

\*\*\*  $p < 0.001$ .

를 나타냈다. 따라서 초음파를 이용한 육질 예측의 이용가능성은 매우 높은 것으로 판단되었다.

#### IV. 요약

본 시험은 초음파진단기를 이용한 한우의 도체육질 예측기법의 확립과 예측율 향상을 목적으로 실시하였다. 도체육질 등급별 초음파 표준화상과 초음파 육질 index를 활용한 decision tree 분석을 이용하여 24개월령 거세한우 66두의 도체육질 등급을 예측하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 초음파 육질 index를 이용한 의사결정나무 분석 결과, 초음파 화상 내 늑골의 선명도가 육질 등급에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 거세한우 66두를 대상으로 초음파 육질 index에 의한 도체육질 등급의 예측율은 86.4%를 나타냈으며, 도체 등급별 초음파 표준화상을 이용한 78.8%에 비해 7.6%의 예측율 향상을 보였다.

#### V. 인용 문헌

1. Brethour, J. R. 1990. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:2603-2613.

2. Robinson, D. L., McDonald, C. A., Hammond, K. and Turner, J. W. 1992. Live animal measurement of carcass traits by ultrasound assessment, accuracy of sonographers. *J. Anim. Sci.* 70:1667-1676.

3. SAS. 2000. Getting Started with the Enterprise Miner Software. Release 4.1. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

4. Song, Y. H., Kim, S. J. and Lee, S. K. 2002. Evaluation of ultrasound for prediction of carcass meat yield and meat quality in korean native cattle (Hanwoo). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* vol. 15. 4:591-595.

5. 原田 宏. 1995. 超音波診断の牛肉生産への応用. 畜産の研究. 48:170-176.

6. 농림부. 2003. 농림업주요통계.

7. 방극승. 1997. 초음파를 이용한 한우 생체평가와 도체평가의 비교. *한축지.* 39:117-123.

8. 윤주용. 2000. 한우 고급육 생체관정 자동화를 위한 배최장근의 관정부위 선정에 관한 연구. 동아대학교. 박사학위논문.

9. 정재경. 1997. 초음파를 이용한 한우의 생체 및 도체의 이화학적 특성 추정에 관한 연구. 강원대학교. 박사학위논문.

10. 축산물등급관정소. 2005. 2004 축산물등급관정연보.  
(접수일자 : 2005. 8. 23. / 채택일자 : 2005. 11. 1.)