

최 중
연구보고서

DICOM기술을 이용한 한우 생체육질진단과 조기
임신진단 통합시스템 개발

Integrated system development of Hanwoo beef
quality determination and early pregnancy detection
by DICOM technology

연구기관
주) 메디칼스탠다드

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “DICOM기술을 이용한 한우 생체육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발”
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 08 월 14 일

주관연구기관명 : 주)메디칼스탠다드

총괄연구책임자 : 이 원 용

협동연구기관명 : 축산연구소

협동연구책임자 : 김 형 철

협동연구기관명 : 가축개량사업소

협동연구책임자 : 김 덕 임

요 약 문

I. 제 목

DICOM기술을 이용한 한우생체 육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

DICOM(Digital Image Communication In Medicine)기술이란 의료영상정보의 저장과 전송에 관한 세계표준 규약으로, 영상정보(초음파영상, CT, MRI등의 영상정보)와 Text정보를 저장 전송하는 정보통신 기술로 축산업에 적용하여 연구 개발하는 것은 세계최초로 이루어지는 일이다. 현재 국내 축산업에는 소동물 병원을 비롯하여, 한우의 육질진단과 임신진단 등의 목적으로 초음파 진단기를 보급하여 사용되어지고 있으나, 영상정보와 Text정보를 통합 관리할 수 있는 시스템의 부재로 인하여 정보의 수집과 저장관리에 애로를 겪고 있는 현실이다.

특히 최근 국내에서 한우의 생체 특성을 추정하기 위한 초음파 기기의 이용이 급속도로 확산되고 있으나 육질의 평가 항목인 근내지방도를 명확히 판독하기에는 상당한 숙련과 기술을 필요로 한다. 따라서 본 연구의 목적은 초음파 육질진단기에서 발생하는 영상정보를 관련 정보와 통합할 수 있는 영상정보시스템을 개발하여 효율적인 비육우 관리가 가능하도록 하고 초음파기 사용자가 쉽고 정확하게 활용할 수 있는 생체 육질자동판별시스템을 개발하여 한우 사육농가의 소득증대는 물론 한우산업의 경쟁력을 높이고자함에 있다. 국내에 약 250여대의 초음파 진단기가 공급되어 있는데 출하방법 선택, 출하시기 조절 및 브랜드육 창출 등에 있어서 많은 값어치를 인정받고 있으며 한우산업의 경쟁력 강화에도 크게 기여하고 있음에도 불구하고, 약 80%정도는 제대로 활용되고 있지 못하고 있는 실정이다.

초음파 육질진단 기술의 올바른 활용 여부는 여러 가지 요인 중에서도 영상정보에 대한 분석형질(등지방두께, 등심단면적, 근내지방도)의 판독능력에 달려있으며, 특히 근내지방도는 소고기의 육질과 가격을 결정짓는데 핵심적인 요인으로서 사용자들의 많은 시간과 노력 및 비용이 수반되어야만 해결될 수 있다. 따라서 초음파 육질진단 기술의 올바른 활용

과 실용성을 증진시키기 위하여 사용자들의 판독능력을 높여주는 방법의 개발이 필요하다고 하겠다.

또한 초음파 육질진단 기술은 양적인 개념의 한우산업을 질적인 개념의 한우산업으로 전환이 가능하게끔 할 뿐만 아니라 생산비 절감 등의 효과가 있는 과학적이고 실용적인 생체 품질평가 기술로써 궁극적인 활용목표는 출하시점의 생체 육질판정이 아니라 일찍이 개체의 능력을 평가한 후 목표로 설정한 제품에 맞게 생산되도록 유도하거나 자질을 평가하는 것이라고 할 수 있는 기술의 개발이 필요하다고 하겠다.

또한 최근들어 임신진단을 위한 초음파 측정은 소의 태아를 확인하고 감지하기 위한 수단으로 이용되고 있다. 산차, 연령, 인공수정 경과일과 같은 여러 요인들이 초음파 기술을 이용해 소의 조기 임신진단 정확도를 측정하는데 영향을 미친다. 초음파 기술의 이용 가능성 때문에 현장에서 조기임신진단을 측정하는데 초음파 5-7.5MHz real-time 방식의 선형프로브를 이용하여 수정후 30일 전후 암소의 임신유무와 태아 및 자궁의 발달을 확인하였다. 이 연구의 목적은 초음파 측정으로 조기에 임신을 진단하고 태아와 자궁의 발달을 확인하고자 한다.

신체충실도는 동물들에 있어서 폭넓게 몸의 구성정도와 영양균형상태를 측정하기 위하여 이용되고 있으며, 이들의 영양 공급, 건강상태를 유지할 수 있도록 해준다. 신체충실도는 쉽게 측정할 수 있는 기술이며, 동물들이 체내에 저장된 여러가지 주요 요인들을 측정하는 방법이다. 또한 육량, 건강상태, 그리고 번식능력과 관련된 표현형이라고 할 수 있으며, 송아지 생산에 대한 경제성은 물론 번식효율에 영향을 미치는 것 외에 사료효율등과 같은 요인도 작용한다. 일반적으로 다른 주요 경제형질에 대한 선발강도, 즉 질병저형성, 수태율은 중요하게 여겨지나 여전히 신체충실도는 이들 선발강도를 나타내는데 간접적인 요인일 수 밖에 없지만, 성장형질과 관련된 등심단면적과 등지방 두께를 측정하여 임신된 암소에서의 변화를 살펴봄으로서 적절한 사양관리 대안을 제시하고자 한다. 도체형질의 유전적 개량 값은 매우 크다고 하는데 이러한 연구결과는 등지방두께, 등심단면적을 얼마나 정확하게 초음파 측정이 이루어지는가에 달려있으며 이러한 목적을 달성하기 위한 효과적인 기술이 바로 초음파 기술이다.

위에서 언급한 바와 같이 초음파진단기를 이용하여 얻어진 정보의 활용가치는 한우개량, 사양관리, 질병진단, 사양관리 예측프로그램 개발, 질병진단, 농가컨설팅, 한우의 브랜드화를 위한 정보 시스템으로의 활용 등 광범위한 분야에 걸쳐 유익하게 적용될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 아직 초음파영상정보와 한우개체의 정보를 통합관리할 수 있는 시스템이 도입되지 않음으로써, 수집된 정보가 사장되거나, 폐기되어지고 있는 현실이다. 아울러 일선 축산현장에서 초음파 촬영업무를 수행하는 종사자들의 업무표준화가 이루어지지 않음으로써 업무수행에 소요되는 시간과 노력이 효율적으로 관리되지 않고 있는 실정이다. 따라서 초음파영상정보를 지속적으로 관리, 분석할 수 있는 시스템을 개발 도입함으로써 한우개량에 소요되는 노력과 비용의 절감과 농가의 소득증대와 초음파 업무의 표준화와 효율성 증대, 국민의 건강과 만족도를 제에 기여할 수 있을 것이라 사료된다. 뿐만 아니라 Analog형식의 초음파 진단기의 Digital화(현장성과 간편성 보강)하는 것도 앞으로의 과제라 할 수 있을 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 한우초음파 육질진단 시스템 개발

초음파 육질 진단이란 초음파 진단기를 통하여 나타나는 소의 등심단면 부위에 대한 초음파 반사정보로서 등심의 형태 및 특성을 흑·백의 반사파로 나타낸 화상정보를 말하며, 이는 소의 도체품질을 평가하는데 중요한 요인이 되는 등지방두께, 등심단면적 및 근내지방도(marbling, 상강도)를 도출하지 않고 평가할 수 있는 화상 자료이다. 이 화상 자료를 이용하여 도체특성을 평가할 때 가장 중요한 요인이 되는 근내지방도의 판독은 측정자 및 숙달된 기술자의 경험에 의한 주관적인 관점에서 진행되어 숙달되지 않은 초보자들이 화상을 보고 근내지방도를 판독하기에는 정확도가 많이 떨어져 이미 보급된 많은 고가의 장비가 방치되어 활용되지 못하고 있는 문제점을 해결하기 위하여 초음파 영상정보에 대한 Echogram 육질평가시스템을 Decision tree기법과 지방함량 추정기법 및 Diagram분석기법을 통합 활용하는 과학적이고 객관적인 평가시스템을 개발하고자 하였다.

Decision tree기법이란 등심단면의 초음파 영상정보에 대한 Gray level값(0~250)과 특성을 다단계변수로 구분한 후 근내지방도(육질)와 상관정도가 높은 변수를 우선순위의

결정계수로 놓아가는 방법으로써 사료공장 등에서 이윤 창출의 극대화를 피하기 위하여 경영분석을 하는데 일부 이용되는 방법(일본)으로 근내지방도 평가에 접목하여 초음파 육질진단 기술의 정확도와 실용성을 유도하고자 하였다.

또한 등심조직 내에 분포하고 있는 조지방 함량(%)을 근내지방도와 초음파 영상에서 나타나는 반사파(흰색과 검은색) 비율의 상관관계를 근거로 지방함량 추정식을 산출한 후 반사파의 비율을 근거로 하여 근내지방도를 간접적으로 평가하고자 하였다. 이러한 방법은 적육(lean meat) 생산을 위주로 하고 있는 미국과 캐나다 등에서 초음파 육질 평가에 활용하고 있으나, 우리나라와 일본과 같이 근내지방 위주의 육질 평가 체계를 가지고 있는 상황에서 한우에 적용시켜 본 결과 정확도가 낮게 나타나서 한우에 적합한 기법을 개발하고자 하였다.

초음파 영상정보에서 얻어지는 비육우의 도체정보(등지방두께, 등심단면적, 근내지방도, 육질 및 육량지수)와 함께 수집되는 농가 한우의 개체정보(품종, 성별, 월령, 사양관리, 발육특성, 혈통정보 및 도체정보 등)를 바탕으로 하여 보다 과학적이고 실용적인 비육우 관리프로그램을 개발하고자 하였으며, 세부적으로 출하방법 선택, 출하시기 조절 및 사양관리방법 개선 등으로 구성하였다. 비육우의 성장단계별 등지방두께, 등심단면적, 근내지방도의 변화 과정을 규명하여 형질별 표준발육곡선을 산출한 후, 성장과정 중에 있는 개체에 대한 초음파 영상정보를 획득하여 생산자가 원하는 품질육이 산출되도록 사양관리방법 개선을 유도하고 원하는 제품의 쇠고기가 생산되도록 하는 프로그램으로써 고급육 생산을 필수조건으로 하는 한우 브랜드육 시장에서의 품질의 균일성과 규격성에 맞는 소고기를 생산하고 지속적인 공급을 유지하기 위해서 갖추어져야 하는 체계를 개발하고자 하였다.

2. 조기 임신진단 시스템 개발

약 230두의 암소에 인공수정을 실시한 후 임신과 비임신을 구분하는 정확도를 평가하기 위하여 초음파 측정기로 자궁을 확인하였다. 본 실험은 수정 후 30일 전에 초음파로 임신과 비임신을 구분할 수 있는 방법을 찾고자 하였다. 암소들은 산차로 구분되었으며, 조기임신진단을 예측하고자 직장검사법과 초음파 검사법으로 조사되었다. 직장검사법과 초음파 검사법의 정확도 측정을 위해 2 x 2 요인분석법을 이용하여 예민성과 특이성 및 예상기대치를 조사하였다.

육질과 수태율을 대표하는 신체충실도와의 상호관계를 조사하였다. 신체충실도 변화에 대한 효과는 각각의 암소에 수정이 이루어진 후부터 측정하였다. 등심단면적은 생체 혹은 도체의 총 근육량을 의미하는 지수이며, 육량을 측정하는 자료이다. 등심단면적과 등지방 두께는 도체중에 부의 상관관계를 지니고 있고 도체육질 등급을 좌우하는 주요 요인이다. 이들 형질은 선발과정에서 번식, 성장, 모성효과를 포함하는 경제 형질과 함께 매우 중요한 요인으로 작용할 수 있다. 그래서 암소의 신체충실도와 관련한 도체형질을 조사하였다.

3. DICOM기술을 이용한 통합시스템 개발.

영상의 수집 : 현재 국내에 도입되어 사용하고 있는 초음파 진단기의 기종에 따른 영상의 균일성과 동일성을 확보하고자 전 기종을 대상으로 연구를 진행하였으며, 농가등 축산 현장에서 편리하게 사용할 수 있도록 편의성을 위한 방안 연구를 위해 현장중심의 연구를 진행하였다. 또한 영사정보와 함께 한우의 개체정보를 입력할 수 있도록 구성하는데 주안점을 두었다.

영상의 저장 : 영상의 저장시 저장속도와 저장된 영상정보와 Text정보의 중요성을 감안하여 정보의 분실과 훼손등의 유사시를 대비할 수 있는 방안에 대한 연구를 진행하였으며, 자료의 보존성을 높이는데 주력하였다.

정보의 전송과 수신 : 영상정보의 크기는 일반 Text정보의 수십 배에 이르기 때문에 저장시 뿐만 아니라 전송 시에도 많은 시간이 소요될 수 있으며, 또한 한우개체 1두당 여러 번에 걸친 촬영이 이루어지기 때문에 1개체당 정보의 크기는 기하급수적으로 커질 수밖에 없다. 이에 대한 방안으로 영상정보를 압축하여 저장하고, 전송할 수 있는 방안에 대한 연구를 진행하였으며, 전송시의 편의성에 대한 방안도 동시에 진행하였다.

영상의 분석 : 수집된 정보를 분석하는데 필요한 다양한 관독도구와 관독시 사용자의 편의성과 전문성을 발휘할 수 있도록 다양한 관독도구의 개발과 구현 방안을 연구하였다. 아울러 육질자동관독 시스템의 개발과 자동 관독값의 정확도 향상을 위한 방안에 관한 연구도 진행하였다.

육질진단 시스템과 임신진단 시스템의 통합 : 위의 여러 가지 기능을 모아 하나의 시스템으로 구축하고자 노력하였으며, 이를 통해 여러 기관들이 다양한 정보를 손쉽게 공유할 수 있는 방안을 강구하였다.

정보의 분석기능 : 개체의 영상정보뿐 아니라 개체에 대한 Text정보를 손쉽게 검색 조회하고, 분석할 수 있는 분석도구의 개발방안에 대한 연구를 진행하였다.

위에서 설명한 바와 같이 한우의 육질진단과 조기임신진단 시스템의 개발과 적용은 한우의 초음파관련 업무의 형태를 바꿔놓을 수 있는 계기가 될 수 있다고 생각된다. 개발된 시스템을 이용하여 지속적인 정보의 수집과 분석이 이루어짐으로써 축산 선진화에 많은 기여를 할 수 있도록 과제를 추진하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 초음파영상정보를 이용한 육질진단과 관리프로그램 개발

효율적인 비육우 관리프로그램 개발을 위하여 최적의 초음파 화상 획득을 위한 화상정보의 표준화 작업을 완료하였고, 초보자가 쉽게 화상을 판독할 수 있도록 근내지방도별 표준화상을 제시하였다. 또한 한우 거세 우에 대하여 성장단계별 도체형질의 변화 과정을 초음파 진단을 통하여 우리나라에서 가장 많이 쓰이고 있는 3개의 기종에 대하여 성장단계별 표준화상을 제시하였다. 거세 한우에 대하여 생후 12개월 령부터 31개월 령까지의 등지방두께, 등심단면적 및 근내지방도의 발육 곡선을 제시하여 농가에서 출하시기를 결정하는 자료로 이용될 수 있을 것으로 사료된다. 초음파 측정에 의한 추정 값과 도축 시 실제 측정값을 비교하였는바, 초음파 측정에 의한 등심단면적은 도체 실측값과의 상대적인 차이는 약 5cm² 이내로 나타나서 초음파를 이용하여 비교적 정확하게 등심단면적을 측정할 수 있는 것으로 나타났으나 월령이 경과하여 등심단면적이 넓을수록 약간의 차이를 보였는데 이는 등심의 면적이 넓고 근내지방도가 높을수록 등심 아래 부분의 경계면을 확실하게 구분하기 어려워 판독자의 주관적인 판단에 따라 면적을 산출한 결과로 나타난 차이로 생각된다.

월령별 등지방두께의 비교는 초음파 측정값과 도체 실측값의 상대적인 차이는 약 1mm 이내로 나타나서 초음파를 이용하여 등지방두께는 아주 정확하게 측정할 수 있는 것으로 나타났으며, 또한 근내지방도에 있어서도 차이가 0.8 이하로 나타나거나 비교적 정확한 추정을 할 수 있는 것으로 나타났다.

2. 번식우의 조기임신진단과 관리프로그램 개발.

본 연구는 통합영상정보시스템을 이용한 초음파 측정방법으로 임신초기 암소의 자궁과 태아의 발달을 감지하고 확인하기 위해 실시하였다. 모든 암소는 수정후 21일- 30일 그리고 30이후에 2회 이상의 초음파측정을 실시하였다. 수정률은 모든 암소에서 평균 61.7%였다, 다른 산차의 암소보다 3,4,5산차 암소군 에서 70.5%, 64.2%, 69.5%의 높은 수태율을 보였다. 조기 임신진단을 위하여 실시하였으나 수정란의 형태나 혹은 출현을 확인하기 어려워 초기에는 소기의 목적을 달성할 수 없었으며, 매우 실망스런 결과였다. 현장에서의 조기 임신진단을 조사할 수 있다는 초음파의 이용성 때문에 인공수정후 약 30일령 전후로 재조정 하여 조사하였다. 임신된 암소는 2개 군으로 나누었으며, 1그룹은 21- 30일령 군으로 약 60두를 측정하였고, 30일령 이후군으로 70두를 조사하였다. 1 그룹의 임신진단의 정확도는 56.8%, 예민성이 46.9%, 특이성이 66.2%, 임신의 예상기대값은 66.6%였고, 2그룹에서는 각각 81.1%, 76.7%, 85.3% 및 83.6%를 조사되었다. 2회 이상 측정된 자료를 확인한 결과 모든 값에서 주목할 만한 정확도를 얻을수는 없었다. 실험결과 임신과 비임신간의 초음파 임신진단은 수정후 30일 이전에 실시하는 것 보다 30일 이후에 실시하는 것이 유의적으로 정확한 결과를 얻을 수 있었다.

비임신한 암소의 유형별로 측정된 자궁의 직경 평균은 약 2.5cm 안팎이었고, 임신된 암소의 경우 일일 평균 15mm씩 자궁이 증식되어 30일령에는 5.88cm, 50일령에는 7.87cm이었고 태아의 크기도 30일령 기준으로 약 1cm였던 것이 50일령에는 평균 4.63cm로 성장하여 일평균 1.8mm 씩 발달하는 것으로 조사되었다.

신체충실도는 암소의 임신률에 영향을 미친다. 신체충실도가 낮은(BCS \leq 3)단계에서는 임신율이 불과 50%였으나, 적당한 단계의 신체충실도 단계(bcs 4,5,6)에서는 임신율이 훨씬 높아 80.0% - 67.6%를 보였다. 신체충실도가 적당한 암소의 경우 이들의 신체유지를 위한 영양소 공급과 조건을 갖추어주어야 하며, 반면 여윈 정도의 암소는 체중 증가를 위한 관리가 임신율 혹은 수태율 향상에 해가되지 않을 정도의 급여량을 최대한 늘려주어야 한다.

비임신과 임신한 암소의 신체충실도와 관련된 도체형질을 조사하였다. 임신한 암소를 대상으로 약 3개월간 조사한 바 산차에 따른 신체충실도 변화는 없었다. 30일령에서 90일령까지의 신체충실도 변이 범위는 5.18-5.30이었다. 도체형질인 등심단면적과 등지방두께 측정은 조기 임신진단하는 과정에서 모든 암소를 대상으로 측정하였다. 교배직전 모

든 암소의 평균 등심단면적은 62.7cm² 였고, 등지방 두께는 5.3mm 조사되었으며, 임신초기 60일령까지는 신체충실도에 대한 육질의 변화는 볼 수 없었다.

번식형질 중에서 가장 중요한 요인은 바로 분만가격을 줄이고 수정횟수를 감소하여 수태율을 점진적으로 증가시키는 것이라 할 수 있다. 최상의 번식우 집단관리를 달성하기 위해서는 특히 교배기간에 집중적으로 관리하는 것이 무엇보다 중요하다. 번식관리 행동으로는 최상의 조기 임신진단이 수행되어야하고 이런 목적에 도달할 수 있도록 노력 해야한다. 즉 가능한 빠른 시간내에 초음파직장검사를 실시하여 정확한 임신감정이 30일 이전 혹은 더 빠른 기간내에 이루어져야 한다.

서로 다른 번식생리단계의 암소들을 원하는 신체충실도를 유지하기 위한 영양공급 프로그램을 조정함으로써 번식효율은 향상될 수 있다. 매월 신체충실도를 측정하여 암소 집단의 영양적 상태를 확인하는 것은 매우 중요하다. 이런 과정은 모든 암소의 번식능력, 번식년한, 그리고 지속적인 교배활동을 유지하는 데 기본적인 요소이다.

따라서 점진적으로 암소의 번식프로그램은 통합영상정보시스템을 이용한 초음파 기술 활용과 함께 조기 임신진단 기술의 기본이 되어질 것이며, 이런 기술의 전파로 인해 암소의 개량에도 많은 기여를 할 것으로 기대된다. 또한 통합영상정보시스템에 의해 얻어진 번식자료들은 효과적인 농장관리의 대안을 제시할 수 있을 것이고, 이런 결과들은 지역축협 혹은 육종농가, 축산관련 협회 및 기관에도 효율적인 기술이 될 것이다.

3. DICOM기술을 이용한 한우생체 육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발.

본 연구는 초음파 육질진단과 임신진단 업무를 수행하고 있는 가축개량사업소와 축산연구소, 각 지역 축협의 업무를 분석하여, 업무를 표준화하고 업무 수행과정에서 필요로 하는 시스템의 다양한 기능을 구현하고자 하였다. 이를 위해 국내에서 사용되고 있는 초음파진단기의 성능을 분석한 결과, 축산분야에 활용되고 있는 초음파진단기는 모두 Analog 방식을 사용하고 있음을 확인할 수 있었고 (의료분야에서는 Digital신호를 보내는 장비를 도입 사용), 네덜란드의 PIEMEDICAL사의 제품인 PALCO VET100과 SCNNER200 제품, 그리고 최근 출시된 일본의 HONDA사의 제품은 NTSC방식으로 영상신호를 송출하였으며, 메디슨의 SV-900과 SV-2000, ALIKA의 SSD500제품은 PAL방식을 사용하고 있음을 확인하였다. 따라서 초음파진단기에서 보내지는 영상정보를 영상의 동질성을 유지하면서 실시간으로 컴퓨터에 저장하기 위해서 기존에 사용하던 컴퓨터용 영상수신카드를 배제하고 방송용 영상수신 변환장치를 도입하여 사용하고, 영상수신에 필요한 모듈을 개발함으로써, 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 초음파 업무의 표준화를 위한 방

안으로 초음파 육질진단과 임신진단 업무흐름을 파악하고 각 업무단계별 시스템의 필수 기능을 분석하여 이를 프로그램화 함으로써 다양한 기능을 구현하였다. 그 구체적인 결과로는 초음파진단기와 노트북간의 원거리 무선 영상수신 프로그램 개발, 초음파영상의 입력 및 저장 Tool개발, 정보 입력 저장시정보의 DICOM File(영상정보와 Text정보의 결합) 화 기술 개발, DICOM방식 전송 기술 개발, Multi Sending 기술 개발을 통해 시스템에 구현하였으며, 초음파 영상 판독에 필요한 등지방두께, 등심단면적, 근내지방도 측정 및 입력 Tool개발과 육량 및 육량지수 식 계산에 의한 육질자동판별 기술 개발, 근내지방도 측정을 위한 보조도구로써의 Prfile기능 개발 임신진단 시의 자궁면적과 태아의 크기 측정도구 개발 구현하였다. 또한 정보를 손쉽게 검색하고 조회할 수 있는 OCS프로그램을 시스템내에 장착함으로써 정보를 분석하고 통계화 하는 도구로 유용하게 사용될 수 있도록 하였다. 개발된 시스템의 현장적용을 통해 시스템의 안정성과 편의성 확장성 등을 점검하였고, 이로써 연구개발의 범위인 영상의 동질성확보와, 업무의 표준화, 정보의 보안성, 사용자의 편의성, 초음파장비와의 호환성 등의 목표를 모두 성공적으로 이루었다. 이는 축산 일선 현장의 한우개체 정보와 초음파영상정보의 수집과정의 효율적인 도구로 사용될 수 있을 것이며, 육질 판독과 분석기술의 향상에 기여함으로써, 한우개량의 기간단축과 비용절감등의 효과를 기대할 수 있을 것으로 기대한다.

아울러 본 연구로 이루어진 기술을 기초로 가축의 질병진단과, 도축등급 자동판독 등의 분야에 확대 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

Summary

I . Title

System development of efficient beef cattle management and automatic Hanwoo beef quality determination by ultrasound image analysis

II. Objectives and Goals

Recently, ultrasound live animal beef quality scanning with ultrasound technology became quite broad, but beef quality determination from image analysis still asks us for very much efforts and experiences in technical skills and background educations. Therefore, the objective of this research works were to develop a systematic image analyzing program to integrate image informations from over this country and to develop a new and easy interpretation mechanism of ultrasound images for beginners in favor of efficient beef cattle management and for more competitive Hanwoo cattle production in Korean beef cattle industry. In domestic beef cattle market, about 250 ultra-sound scanners are provided to be used for decision of optimal slaughter point for branded beef production. However, about less than 80% of the supplied machines are actively used by farmers.

Major problems in correct use of ultrasound scanners in Korea lies in users' technical experiences in image analysis of live animal measures (back fat thickness, loin eye area or marbling score). The most problematic of these is in determination of marbling scores. The final goal of this project was to develop techniques to make use of ultrasound scanning as an efficient aid to genetic animal selection rather than simply as a managerial decision helper for slaughter points.

III. Materials and Methods

Ultrasound beef quality analyzing is based on surrounding border images of the rib eye and reflectance of emitted ultrasound imaged, which are major determinants of back fat thickness, loin eye muscle area or marbling scores from ultrasound images from live animals. The main tools for the development of more objective methods to determine marbling scores even for novices were to make switch from echogram determination technique to data mining tools such as decision tree or diagrammatic analyzers

Decision tree method converts grey levels (0~250) from ultrasound images to multi-levels and select highly correlated level (variable) to preference. This method is frequently applied at feed mill companies to maximize their profits and is first used by Japanese animal scientist to maximize correlation between marbling scores from live animal ultrasound images and carcass measures.

Another approaches in Canada or in the United States were to correlate proportion of black and white pixels within loin eye area. However, this method was found to be a very poor determinant of marbling score in the case of Hanwoo rather than for the case of red meat yield of north america.

Carcass measures (back fat thickness, loin eye area, marbling score, quality and yield grade) of experiment animals were collected along with individual animal informations such as breed, sex, age of month at scanning, feeding system, growth pattern, pedigree. We concluded farmers when to market and how to fatten feedlot based on ultrasound informations.

IV. Results and Implication

Standardized ultrasound images of marbling scores were constructed to make ultrasound beginners to make easy interpretation. Instrumental differences and differential changes in ultrasound images at growth were developed for each three machines that are most widely used in Korea Changes in carcass measures from yearlings to 31

months of age as determined by ultrasound images would be used as an aid to feeding standards for Hanwoo feedlot operators. Difference between ultrasound measure and carcass measure of loin eye area was only about 5cm², which supports accuracy of ultrasound scanning. This difference became greater as animals grew older. This might be the problem of unclear border images as animals became older and fatter.

The difference in back fat thickness between carcass and live animal ultrasound measure was around and less than 1mm, which was very supportive of ultrasound techniques on live animal. The difference of which in marbling score was no greater than 0.8. Therefore, we could conclude that live animal ultrasound scanning technique can be very efficiently and satisfactorily accurately used to estimate carcass measures of Hanwoo.

Summary

I. Title

Program development of detection of early pregnancy and study of economic management system

II. Purpose and Necessity of the Research

In recent years ultrasound scanning of the uterus has been used as a method for detecting and monitoring bovine fetus. It is apparent that a variety of factors, including parity, yearling, number of days post-insemination. That may affect the accuracy of early pregnancy detection of fetus, uterus development in the cows by ultrasonography with DICOM(Digital Information Communication in Medical). One of the objective of this study was to determine the detection of early pregnancy, fetus or uterus development by ultrasound scanning.

Body condition score(BCS) is widely used in many species to assess body composition and energy balance status and manage the nutritional and health status of animals. BCS is easy to measure on a large scale and is sufficiently accurate to indicate a major part of the variation in body reserves between animals. BCS is phenotypically associated with yield, cow health, and reproductive performance. Economic efficiency of cow production is dependent on all of these factors as well as efficiency of feed utilization. The relationship between BCS representing a meat traits in pregnant cows. Generally, that selection pressure for other economically important traits, such as disease resistance and fertility but BCS and carcass traits may be an indirect indicator of fitness. The potential value of genetic improvement in carcass characteristics is large. The research results is that

real-time ultrasound is quite accurate at predicting fat thickness and eye-muscle area, but that accuracy is still questionable for predicting carcass traits. The key issue relative to genetic improvement programs is the accuracy of genetic prediction. Real-time ultrasound has proved to be an effective technology to meet this goal.

III. Scope and Contents of Research

Transrectal real-time ultrasound scanning examinations with DICOM of the uterus were conducted to determine the accuracy of detecting pregnancy and non-pregnancy in 230 cows following one time artificial insemination under field conditions. Our experiment was to determine the ability to distinguish between pregnant and non-pregnant cows by diagnostic ultrasonography before Days 20, The parity separately conducted the examinations. The accuracy of rectal palpation and ultrasonography for predicting the early pregnancy in cows was investigated, using the real-time transrectal ultrasonography. A 2 x 2 contingency table analysis allowed the calculation of sensitivity, specificity and predictive for rectal palpation and ultrasonography. Ultrasonography examinations were performed on cows from Day 30 to Day 50 to determine the size of uterus and fetus size throughout pregnancy.

This study compared the impacts of managing pregnant cows for either body condition loss or gain during the last 4 to 6 months of gestation, Cows were initially sorted into high or low body condition score groups. We were carried out artificial insemination and checked it out for growth traits. Ultrasound measures of fat thickness and eye-muscle area were available on using live animal data from 214 pregnant cows.

We were to estimate the relationship between BCS representing a meat traits and fertility. The effect of BCS change and because of the timing of BCS recording after the first insemination to each periods.

Eye-muscle area(EMA) is an objective assessment of yields and an indicator of

total muscle in the carcass or live animal. EMA and fat thickness were showed to have a positive influence on percentage of carcass product and is also the primary factor affecting beef carcass yield grades. Their traits need to be considered along with the many other economically important traits (including reproduction, growth, maternal ability) in a balanced trait selection scheme. So we examined carcass composition in relation to BCS in cows.

IV. Results and Discussion

One of the objective of this study was to determine the detection of early pregnancy, fetus or uterus development by ultrasound scanning with DICOM. All cows were scanned more 2 times between days 21–30 and over 30 following artificial insemination. We can get 61.7% pregnancy rate overall. The higher pregnancy rate 3, 4, 5 yearling cows were 70.5%, 64.2% and 60.5% than the other groups. An early scan for pregnancy, we couldn't this propose and the appearance of the embryo proper has not been determined and give rather disappointing results. So we did about 3 weeks after AI for because of the potential usefulness of ultrasonography in investigating early pregnancy diagnosis in the field conditions. Consequently the cows were divided into 2 groups: Cows scanned between 21 – 30 days(n=60) and over 30 days(n=70) after AI. The one diagnostic accuracy was 56.8%, with a sensitivity of 46.9%, specificity 66.2%, and a positive predictive value 66.6% and the other 81.1%, 76.7%, 85.3%, 83.6%. respectively. Between the two groups, difference was noted in all value when its results were evaluated over two times. Determination of pregnancy and non–pregnancy, using ultrasound scanning examinations over 30 days after AI proved to be significantly accurate than before 30 days. Diagnostic accuracy did improve with length of pregnancy, and was significantly better Day 30 after AI.

The sensitivity, specificity value of a test were 46.9%, 66.2% before Days 30 and were 76.7%, 85.3% after Days 30.

There was no different in yearling for uterus size about 2.5cm in non–pregnant. The uterus size was developed around 15mm everyday in pregnant cows from 5.88cm

Day 30 to 7.87cm Day 50 and also the fetus size 1.8mm everyday from 1cm Day 30 to 4.63cm Day 50.

BCS is also effected the pregnancy ratio. The lower BCS(3 <) tend to bad about 50%. But Breeding in good body condition (BCS 4, 5, 6) provides a higher fertility from 80.0% to 67.6%. Cows in good condition must be managed nutritionally to maintain their body weight and condition whereas thin cows need to gain weight including fat up to a maximum of the diet certainly will not harm pregnancy rates and may enhance conception.

We examined the carcass composition(eye-muscle area, fat thickness, et al) in relation to BCS non-pregnant or pregnant cows.

There was no different between BCS in pregnant cows according to the parties during 3 months. They have got the range of 5.18- 5.30 from Day 30 to Day 90. Carcass traits were determined to the breeding periods in all cows and attempt to ultrasound scanning of carcass traits during the early pregnant periods. We were estimated by ultrasound scanning of the EMA or BF from pregnant cows. The value of their was respectively 62.7cm², 5.3mm at breeding periods. It was conclusion that the BCS change of pregnant cows during 60 days did not influence carcass traits.

V. Practical plan of result of experimental development

The successful reproduction performance would be to decrease the average number of days open and the number of services per conception have increased substantially. Achievement of optimum herd reproductive performance requires concentrated management activities during the breeding period, especially. The management activities are needed to pursue this period to reach or approach the optimal results that were an early pregnancy diagnosis. We need something new as soon as possible accuracy of transrectal ultrasonography for early pregnancy diagnosis within Day 30 or shorter. It was concluded that we needed a m

ore skillful ultrasonography for accuracy pregnancy test in early.

Adjusting the nutritional program to obtain desired body condition at different stage of reproduction is necessary to enhance production efficiency. Determining the nutritional status of herd through BCS scoring in every months is very impotent. This practice is fundamental for maintaining a cow's overall productivity, reproductive life cycles, and ability to rebreed.

Now, we are applying the ultrasonography with DICOM into reproduction program of cows progressively, the early pregnancy diagnosis of improvement could be correcting and distribution of this techniques will contribute the cow improvement project.

It is possible that the reproductive data by digital information communication system helps the farm management plans, efficiently. We will contribute this results to local livestock farm, feeder, federation, association.

CONTENTS

Chapter 1 Objectives and importance of the project

Section 1. Objectives of the project	26
1. System development of efficient beef cattle management and automatic Hanwoo beef quality determination by ultrasound image analysis	26
2. Program development of detection of early pregnancy and study of economic management system	27
3. Integrated system development of Hanwoo beef quality determination and early pregnancy detection by DICOM technology	28
Section 2. Necessity of the research and development	29
1. System development of automatic Hanwoo beef quality determination by ultrasound image analysis	29
2. System development of efficient beef cattle management by ultrasound image analysis	30
3. Program development of detection of early pregnancy and study of economic management system	31
4. Integrated system development of Hanwoo beef quality determination and early pregnancy detection by DICOM technology	32
Section 3. Scope of research and development	32
Chapter 2 Research background	35

Chapter 3 Results and contents of research and development	44
Section 1. System development of efficient beef cattle management and automatic Hanwoo beef quality determination by ultrasound image analysis · 44	
1. Research contents	44
a. Ultrasound machines and diagnosis methods	44
b. Analysis methods	47
2. Results of research	55
a. Standardization of ultrasound image	55
b. Estimation of carcass traits of Korean steers for each growth step	61
c. Estimation of beef quality and quantity by decision tree model	67
d. Analysis of fat content and histogram analysis I	69
Section 2. Program development of detection of early pregnancy and study of economic management system	85
1. Research contents	85
a. Research methods	85
2. Results of research	87
a. Accuracy of ultrasound scanning	87
b. Development of a uterus and an embryo by pregnancy or non-pregnancy of cow	90
c. Body condition scores in cows	95
d. Change of carcass traits in pregnant cows	98

Section 3. Integrated system development of Hanwoo beef quality determination and early pregnancy detection by DICOM technology	100
1. An introduction	100
2. Research contents	101
a. Prime objects of research and development	101
b. Research methods	103
3. Results of research	93
a. Implementation of ultrasound capture and information input module	105
b. Implementation of database manipulation and image transfer module	107
c. Implementation of beef quality determination by ultrasound image analysis	109
d. Implementation of pregnancy diagnosis module in cows	111
 Chapter 4 Achievement and contribution	 113
 Section 1. System development of efficient beef cattle management and automatic Hanwoo beef quality determination by ultrasound image analysis	 113
 Section 2. Program development of detection of early pregnancy and study of economic management system	 114
 Section 3. Integrated system development of Hanwoo beef quality determination and early pregnancy detection by DICOM technology	 115

Chapter 5 Application plan of results	116
Chapter 6 Knowledge from foreign countries	117
Chapter 7 References	118

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	26
제 1 절 연구개발의 목적	26
1. 초음파 영상정보를 이용한 비육우 관리체계 및 한우생체 육질자동판별 시스템개발	26
2. 번식우의 조기 임신진단 및 효율적인 번식우 관리프로그램 개발	27
3. DICOM기술을 이용한 한우 생체 육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발	28
제 2 절 연구개발의 필요성	29
1. 초음파 영상정보를 이용한 육질자동판별시스템 개발	29
2. 초음파 영상정보를 이용한 효율적인 비육우 관리프로그램 개발	30
3. 번식우의 조기 임신진단과 관리프로그램 개발	31
4. DICOM기술을 이용한 한우 생체 육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발	32
제 3 절 연구개발의범위	32
제 2 장 국내외 기술개발 현황	35
제 1 절 초음파영상정보를 비육우 관리체계 및 한우 생체 육질 자동판별 시스템 개발	35
제 2 절 번식우의 조기임신진단과 관리프로그램 개발	36
제 3 절 DICOM 기술을 이용한 한우 생체 육질진단과 조기 임신진단 통합 시스템 개발	42

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	44
제 1 절 초음파영상정보를 이용한 비육우 관리체계 및 한우 생체 육질자동판별시스템 개발	44
1. 연구 수행 내용	44
가. 초음파 기기 및 진단 방법	44
나. 분석방법	47
2. 연구 결과	55
가. 초음파 화상정보의 표준화	55
나. 거세한우의 성장단계별 도체형질 추정	61
다. Decision tree 분석에 의한 육질 및 육량등급 예측	67
라. 지방함량 추정기법과 Histogram 분석1.	69
제 2 절 번식우의 조기 임신진단 및 관리 프로그램 개발	85
1. 연구 수행 내용	85
가. 연구방법	85
2. 연구결과	87
가. 초음파임신진단의 정확성	87
나. 암소의 임신유무에 따른 태아 및 자궁의 발달	90
다. 암소의 신체충실도	95
라. 암소의 육질변화	98
제 3 절 DICOM기술을 이용한 한우 생체 육질진단과 조기임신진단 통합시스템 개발	100
1. 서론	100
2. 연구 수행 내용	101
가. 연구개발의 주안점	101
나. 연구 수행방법	103

3. 연구 결과	105
가. 정보의 입력과 초음파 촬영시스템 구현	105
나. 정보 검색 및 조회와 전송기능구현	107
다. 초음파영상 육질판독기능 구현	109
라. 번식우의 임신진단 프로그램 구현	111
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	113
제 1 절 초음파영상정보를 이용한 비육우 관리프로체계 및 육질자동판별시스템 개발	113
제 2 절 번식우의 조기 임신진단과 관리프로그램 개발	114
제 3 절 DICOM기술을 이용한 한우 생체 육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발	115
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	116
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	117
제 7 장 참고문헌	118

제 1 장 연구개발과제의 개요

DICOM기술의 개요

DICOM (Digital Image Communication In Medicine)기술이란 의료영상정보의 저장과 전송에 관한 세계표준규약으로써 전 세계에서 의료행위와 관련된 업무를 수행하기 위한 정보통신 기술로 사용되어지고 있다. 이는 인체의 질병을 밝혀내기 위한 각종의 의료기기로부터 영상을 수집 저장 분석하기 위한 기술로 영상정보와 Text정보의 결합을 통해 손쉽게 정보를 관리할 수 있도록 개발된 기술이다.

DICOM기술의 적용을 위해서는 각종 초음파 진단기와 CT, MRI등의 기계로부터 영상을 수신하는 기술과, 용량이 큰 영상정보를 압축하는 기술, 영상정보와 Text정보를 결합시키는 기술, 정보의 검색과 조회 분석을 위한 다양한 도구를 제작하는 기술이 적용되며, 정보공유를 위한 전송시 영상정보의 압축과, Text정보를 동시에 보낼 수 있도록 지원하는 기술, 원격진료등을 위한 다양한 기술이 적용되어진다.

DICOM기술이 축산분야에 적용 개발되어지는 것은 이번 연구과제가 세계최초이며, 기술의 핵심은 영상정보와 Text정보의 결합 기술이다. 본 과제에서의 최대의 목적은 의료기술을 총 망라한 축산시스템을 개발하고자 하는데 주안점을 두었으며, 이를 통해 국내 한우산업 전반의 경쟁력 제고와 농가의 소득증대가 이루어질 수 있을 것이라 생각된다.

제 1 절 연구개발의 목적

1. 초음파영상정보를 이용한 비육우 관리체계 및 한우생체 육질자동판별시스템개발

한우에 있어서 초음파진단 기술을 이용한 육질 판정기술은 90년대 후반 이후 많은 연구가 이루어지고 있다. 이 기술은 한우의 비육초기 및 중간단계에서 비육종료시의 육질 및 산육능력을 정확하게 예측함으로써 출하시기를 조기에 결정하여 보다 효율적인 사양 관리 및 농가의 소득을 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 한우 개량사업에 초음파기술을

비용하면 세대간격을 단축시키고 경비를 절감할 수 있다는 장점이 있다. 실제로 미국, 캐나다 및 호주 등에서 이러한 기술을 이용하여 가축개량에 응용하고자 많은 연구가 진행되는 것으로 보고 되었다.

육우의 산육특성을 생체에서 추정하는 기술에 대한 연구가 다각적인 측면에서 지속적으로 추진되어 왔으며 특히 초음파 진단장치를 이용하여 생체의 육질과 육량을 추정하는 기술이 다양하게 응용되어지고 있다(Hassen 등, 2001; 이, 2002)

최근에 국내에서도 한우의 생체 특성을 추정하기 위한 초음파 기기의 이용이 급속도로 확산되고 있으나 육질의 평가 항목인 근내지방도를 명확히 판독하기에는 상당한 숙련과 기술을 필요로 한다. 따라서 본 연구의 목적은 초음파 육질진단기에서 발생하는 영상정보를 관련 정보(품종, 성별, 월령, 체중, 사양관리, 축주 등)와 함께 하나로 묶는 통합영상정보시스템을 활용하여 효율적인 비육우 관리 프로그램(출하시기 및 출하방법 선택, 사양관리 방법 개선)을 개발함과 동시에, 사용자 모두가 쉽고 정확하게 활용할 수 있는 생체 육질자동판별시스템을 개발하여 한우 사육농가의 소득증대는 물론 한우산업의 경쟁력을 높이고자함에 있다.

2. 번식우의 조기임신진단과 관리시스템 개발.

최근들어 초음파 기술에 대한 가장 큰 요구는 번식효율과 관련해서 B-mode를 이용한 조기임신진단 및 난포생성에 관한 연구 등이 주를 이루고 있으며, 이와 더불어 육질진단을 이용한 번식우 사양관리 프로그램 접목을 시도하려고 하고 있다. 이 기술에 있어서 가장 중요시 되고 있는 것은 임신유무를 다양한 측면으로 추정과 가설을 진단하고 확인하는 것이라 할 수 있으며, 아울러 소에 있어서 신체중실도는 에너지의 축적상태로 근육 혹은 지방의 형태를 이루고 있는 정도로서 성공적인 번식효율 증진에 매우 중요한 요인이다. 사양관리의 일관성을 위해서라도 미리 각 가축의 영양상태 또는 번식 시기별로 군을 분류하여 지속적인 변화를 관찰을 실시하여 보유 축군에 대한 효율적인 관리가 이루어질 수 있도록 노력이 필요하다.

암소에 대한 산육능력의 평가는 가축을 개량한다는 측면에서 지금까지의 중모우 산육능력 평가 방법이 이루어진 것에 비하여 후대에 남는 자손의 수가 너무 적어 평가방법이 충분히 개발되어있지 않다(Harada, 1995). 특히 번식용 암소의 경우 수소와 달리 분만

을 반복적으로 하면 최고의 육질을 지속하기란 매우 어렵다. 이런 이유로 암소의 육질 진단은 소홀하게 진행되었던 것이다.

이에 본 연구는 현재 널리 이용되고 있는 육질진단 프로그램과 새로이 임신진단 프로그램을 통합한 영상정보시스템을 바탕으로 암소의 임신유형 및 다양한 영양적, 육질의 변화등을 측정하여 암소의 관리체계를 구축하기 위한 준비단계로 수행되었다.

3. DICOM기술을 이용한 한우생체 육질진단과 조기임신진단 통합시스템 개발

전세계축산업은 WTO체제를 맞아 무한 경쟁체제로 돌입하였고, 이를 극복하기 위한 각 나라의 기술개발 노력 또한 다양한 형태로 진행되어지고 있는 현실이다. 우리나라에 앞서 축산 선진국에서는 초음파진단기를 도입하여 육질진단과 고기소의 개량과 밀소 선발등의 기술을 개발하여 적용하고 있으며 국내에서도 초음파진단기의 급속한 보급과 사용으로 그 활용도와 가치는 매우 높아지고 있으나 초음파 진단기로부터 얻어지는 정보를 관리할 수 있는 시스템의 미비로 인하여 정보의 중요성에도 불구하고 많은 정보들이 그대로 방치되어 있거나 사장되어버리는 경우가 많이 있다.

이에 일선 축산현장에 뿐만 아니라 국내 한우 연구기관에서 초음파 영상정보를 관리할 수 있도록 함으로써 정보의 활용도를 높이는 방안을 제시하고자 한다.

현재 국내에서 사용되어지고 있는 한우정보 관련 시스템은 각기 여러 가지 형태로 개발되어 있으나 초음파진단기를 이용한 영상정보의 수집과 저장에는 많은 기술적 문제점을 앓고 있다. 또한 모든 시스템이 단방향 혹은 양방향의 정보교류로만 이루어지고 있으므로 해서 다중형태의 정보가 이루어지지 못하고 있는 점 또한 아쉬운 대목이다. 따라서 초음파 관련업무의 표준화와 효율성, 경제성, 편의성, 전문성을 뒷받침하여 국내 한우산업의 선진화를 이루는데 그 주된 목적이 있다. 이를 위해 본과제에서는 한우 생체의 육질진단에 필요한 정보의 입력과 저장 전송기술과 함께 육질판독을 위한 다양한 판독도구를 연구 개발하고자 하였으며, 육질자동판독을 통하여 판독기술의 대중화를 유도하고, 임신진단에 필요한 정보의 입력과 저장 전송 관리 판독 분석도구를 개발하는데 주력하였다. 본 기술은 분명 축산 선진국에도 앞선 기술의 개발 적용이란 점에서도 그 의미를 찾아볼 수 있을 것이다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 초음파 영상정보를 이용한 육질자동판별시스템 개발

국내에 약 250여대의 초음파 진단기가 공급되어 있는데 출하방법 선택, 출하시기 조절 및 브랜드육 창출 등에 있어서 많은 값어치를 인정받고 있으며 한우산업의 경쟁력 강화에도 크게 기여하고 있음에도 불구하고, 약 80%정도는 제대로 활용되고 있지 못하고 있는 실정이다.

초음파를 이용한 도체형질 예측의 정확도를 높이고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그중 초음파를 이용하여 성장단계별 등지방두께, 등심단면적 및 지방교잡 등을 추천한 후 이를 회귀 분석하여 비육 종료시의 도체 실측치를 예측하는 연구들이 보고되고 있다(原田, 1992; 原田, 1986; Hartjen 등, 1993; Gresham 등, 1994). 또한 외국의 경우 Angus나 Hereford육우에 있어서 12개월령에 초음파를 이용하여 육질을 판정하려고 시도하고 있으며 이에 대한 많은 연구결과가 보고되었다(Kemp 등, 2002; Devitt and Wilton, 2001).

한편 국내에서는 한우를 대상으로 초음파의 활용도 및 예측 정확도를 높이려는 연구가 진행되고 있으며(방, 1994; 김 등, 1995; 윤 등, 1997; 정, 1997, 차, 1997; 윤, 2000; Song 등, 2002)

초음파 육질진단 기술의 올바른 활용 유/무는 여러 가지 요인 중에서도 영상정보에 대한 분석형질(등지방두께, 등심단면적, 근내지방도)의 판독능력에 달려있으며, 특히 근내지방도는 제품의 육질과 가격을 결정짓는데 핵심적인 요인으로서 사용자들의 많은 시간과 노력 및 비용이 수반되어야만 해결될 수 있겠다. 따라서 초음파 육질진단 기술의 올바른 활용과 실용성을 증진시키기 위하여 사용자들의 판독능력을 높여주는 방법의 개발이 필요하다고 하겠다.

<국내 초음파 진단기의 보급 현황>

(2003. 6월 현재)

기종명	SV900	SV2000	SSD500	SDM3000	F100	C200	SEM900	기 타
수량 (Sets)	150	20	50	3	20	3	2	5*
제조사	메디슨(한)		Aloka(일)	EM(한)	PM(네덜란드)		FHK(일)	-
공급처	동도바이오텍		소프트바이오		세축(CTC)		서울Cop.	-

2. 초음파 영상정보를 이용한 효율적인 비육우 관리프로그램 개발

초음파 육질진단 기술은 양적인 개념의 한우산업을 질적인 개념의 한우산업으로 전환이 가능하게끔 할 뿐만 아니라 생산비 절감 등의 효과가 있는 과학적이고 실용적인 생체 품질평가 기술로써 궁극적인 활용목표는 출하시점의 생체 육질판정이 아니라 일찍이 개체의 능력을 평가한 후 목표로 설정한 제품에 맞게 생산되도록 유도하거나 자질을 평가하는 것이라고 할 수 있는 기술의 개발이 필요하다고 하겠다.

3. 번식우의 조기임신진단과 관리프로그램 개발

국내의 경우 번식효율은 외국에 비해 상당히 저조한 상태이며, 그 예로 미임신으로 인한 공태기간연장, 임신유무에 따른 사료효율성 감소등 경제적 손실은 이루 말할 수 없는 상황이다. 일반 농가에서 가축을 사육함에 있어 개체가 필요로 하는 영양소 요구량을 정확히 계산하기 위해 소의 체중을 측정하고, 몸 상태 변화를 직접 조사하는 농가는 흔치 않다. 이렇게 관리자가 영양상태 혹은 대사에너지에 대한 이해가 부족하고 직접 체중 측정이 어려워 영양소 요구량을 계산하는데 어렵다면 신체충실도를 측정하여 이용하는 것이 좋을듯 하다. 신체충실도의 장점이라면 신속, 저비용, 비접촉성인 것이 특징이라고 할 수 있는데 대부분의 가축에서 번식능력을 예측하고 번식효율을 측정하는 도구로 매우 가치 있는 평가자료로 이용될 수 있다. 영양상태나 건강정도등을 측정하고 관리하는 것은 이들 개체의 번식활동기간중 최적의 조건을 조성하여 최상의 결과를 얻으려는 목적에 있다고 할 수 있으며, 특히 임신유무에 따른 신체적 변화 및 육질의 변

화를 통해 암소의 영양소 공급량을 계획하고, 조절하는 것은 경영적인 측면에서 많은 이익을 가져다 줄 수 있다. 비록 번식과 관련한 산육형질에 미치는 영향으로는 우선적으로 종모우, 환경온도, 계절 및 교배방법등에 의하여 영향을 받는다고 하나 그 외의 조건 즉 신체충실도등의 적절한 보완 노력이 없으면 좋은 결과를 가져올 수 없을 것이다.

4. DICOM기술을 이용한 한우 생체육질진단과 조기임신진단 통합시스템 개발

초음파 육질진단과 임신진단을 위한 단순한 목적인 경우에는 초음파 진단기의 화상만으로도 판독이 가능하나, 이로부터 얻어지는 영상정보의 저장과 관리 분석을 위하여는 영상정보의 저장 관리 시스템이 필요할 수 밖에 없는 현실이나, 현재 국내뿐만 아니라 축산 선진국에서조차 이러한 시스템이 개발되어지지 않고 있는 현실이다. 더욱이 영상정보를 관리하는데 그 효율성과 편의성이 입증된 DICOM기술을 적용한 예는 더더욱 없기 때문에 축산업 관련 업무 수행자들은 많은 불편과 어려움을 겪고 있는 현실이며, 이를 해결하기 위해서도 초음파정보를 포함한 다양한 영상정보를 관리할 수 있는 시스템 개발의 필요성은 매우 높다 할 수 있다.

기존 한우 영상 관련시스템은 중앙집중식의 단방향시스템으로 개발됨으로 인해 각 기관간의 정보 공유와 조합 혹은 기관 단독의 정보축적과 이를 활용한 축협별 지역별 연구를 통한 한우의 브랜드화가 어려운 현실이다.

또한 기존의 시스템은 단순히 이미지를 모아 놓은 것에 불과하며 자료(Data)를 정보(Information)로 이용하는데 상당히 불편하며 일반 조합 관계자들에게는 자료 활용에 대한 방안을 제시하지 않음으로 정보의 활용도가 매우 낮으며, 이로 인해 단순 Data 로 존재하고 있는 현실이다. 따라서 영상정보와 Text정보를 통합관리할 수 있는시스템을 활용한 정보의 축적과 정보 공유를 통해 지금까지의 자료(DATA)의 한계를 벗어나 한우개량에 필요한 정보(Information)로 활용될 수 있을 것이다. 이와 함께 한우 초음파 업무의 표준화와 효율성증대를 통해 한우개량에 소요되는 노력과 기간을 단축함으로써 그에 따르는 경비를 절감할 수 있을 것이다. 특히 암소의 경제형질인 번식관련 초음파 자료를 근거로 한우개량을 통해 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.

제 3 절 연구개발의 범위

초음파 육질 진단이란 초음파 진단기를 통하여 나타나는 소의 등심단면 부위에 대한 초음파 반사정보로서 등심의 형태 및 특성을 흑·백의 반사파로 나타낸 화상정보를 말하며, 이는 소의 도체품질을 평가하는데 중요한 요인이 되는 등지방두께, 등심단면적 및 근내지방도(marbling, 상강도)를 도출하지 않고 평가할 수 있는 화상 자료이다. 이 화상 자료를 이용하여 도체특성을 평가할 때 가장 중요한 요인이 되는 근내지방도의 판독은 측정자 및 숙달된 기술자의 경험에 의한 주관적인 관점에서 진행되어 숙달되지 않은 초보자들이 화상을 보고 근내지방도를 판독하기에는 정확도가 많이 떨어져 이미 보급된 많은 고가의 장비가 방치되어 활용되지 못하고 있는 문제점을 해결하기 위하여 초음파 영상정보에 대한 Echogram 육질평가시스템을 Decision tree기법과 지방함량 추정기법 및 Diagram분석기법을 통합 활용하는 과학적이고 객관적인 평가시스템을 개발하고자 하였다.

Decision tree기법이란 등심단면의 초음파 영상정보에 대한 Gray level값(0~250)과 특성을 다단계변수로 구분한 후 근내지방도(육질)와 상관정도가 높은 변수를 우선순위의 결정계수로 놓아가는 방법으로써 사료공장 등에서 이윤 창출의 극대화를 꾀하기 위하여 경영분석을 하는데 일부 이용되는 방법(일본)으로 근내지방도 평가에 접목하여 초음파 육질진단 기술의 정확도와 실용성을 유도하고자 하였다.

또한 등심조직 내에 분포하고 있는 조지방 함량(%)을 근내지방도와 초음파 영상에서 나타나는 반사파(흰색과 검은색) 비율의 상관관계를 근거로 지방함량 추정식을 산출한 후 반사파의 비율을 근거로 하여 근내지방도를 간접적으로 평가하고자 하였다. 이러한 방법은 적육(lean meat) 생산을 위주로 하고 있는 미국과 캐나다 등에서 초음파 육질 평가에 활용하고 있으나, 우리나라와 일본과 같이 근내지방 위주의 육질 평가 체계를 가지고 있는 상황에서 한우에 적용시켜 본 결과 정확도가 낮게 나타나서 한우에 적합한 기법을 개발하고자 하였다.

초음파 영상정보에서 얻어지는 비육우의 도체정보(등지방두께, 등심단면적, 근내지방도, 육질 및 육량지수)와 함께 수집되는 농가 한우의 개체정보(품종, 성별, 월령, 사양관리, 발육 특성, 혈통정보 및 도체정보 등)를 바탕으로 하여 보다 과학적이고 실용적인 비육우 관리프

로그래를 개발하고자 하였으며, 세부적으로 출하방법 선택, 출하시기 조절 및 사양관리방법 개선 등으로 구성하였다. 비육우의 성장단계별 등지방두께, 등심단면적, 근내지방도의 변화 과정을 규명하여 형질별 표준발육곡선을 산출한 후, 성장과정 중에 있는 개체에 대한 초음파 영상정보를 획득하여 생산자가 원하는 품질육이 산출되도록 사양관리방법 개선을 유도하고 원하는 제품의 쇠고기가 생산되도록 하는 프로그램으로써 고급육 생산을 필수조건으로 하는 한우 브랜드육 시장에서의 품질의 균일성과 규격성에 맞는 소고기를 생산하고 지속적인 공급을 유지하기 위해서 갖추어져야 하는 체계를 개발하고자 하였다.

또한 전통적인 방법의 임신진단은 자궁 혹은 난소의 직장검사를 통해 숙련된 기술자에 의존하는 방법이다. 즉 자궁의 역동적인 부분을 확인하는 방법이기도한데, 더 많은 기준들이 임신진단에 활용되면 될수록 더 높은 정확도를 얻을 수는 있지만 유의적인 증가 혹은 정확도를 위해서는 크게 3가지 방법이 이용되고 있다. 첫 번째는 초음파를 활용한 방법, 그리고 두 번째는 유즙을 분석하는 방법으로 EIA(Enzyme-immuno-assay)으로 질적 확인법, 세 번째가 RIA(Radio-immuno-assay)에 의한 양적 확인법(강 등, 1996; 손 등 1996)등에 의해 임신진단을 확인하고 있다. Toal 등(1986)은 개에서 초음파검사는 94%, 복부촉진법은 88%의 정확도를 보이며, RIA에 관한 방법은 암소의 유즙 일부를 추출하여 임신을 진단하는 방법으로 발달되어 왔거나 시험되어지고 있다(Dieleman 등 1979, 1986). 반면 X-선 검사는 100%의 정확성을 보이고 있으나 X-선 검사는 태아의 유해성 등이 보고되고 있어 조기임신진단에 활용할 수 없는 단점을 지니고 있다.

사람의 경우는 축산업보다 훨씬 발전되어 있는데 초음파 검사로 태아의 두부직경, 두부둘레, 체부둘레, 태아의 체장 및 대퇴골길이를 측정하여 임신일령을 평가하는데 널리 이용되고 있으며, 각종 장기의 구조나 심박동, 기형유무 등을 확인함으로써 불의적 요소를 사전에 감지할 수 있을 만큼 기술 진전을 보이고 있으며, 특히 임신초기의 임신일령 평가를 위한 두부직경 측정 및 분만예정일을 확인하는 방법으로 거듭나고 있다. Fricke(2002)은 임신상태 조기 확인은 태아의 생존 유무로 번식효율 증진과 함께 인공수정 수태율 증진으로 이어지고, 난소 혹은 자궁의 상태를 정확하게 측정하기 위해서는 초음파 기술이 필수적이며 이에 따른 정확한 진단을 실시할 수 있는 큰 장점을 지니고 있다.

임신진단에 이용되는 이러한 기술들은 축산업계에서 가장 중요시되는 요인중 하나로, 그중 초음파를 이용하는 것은 임신이 앞된 경우 탐촉자로 난소와 자궁상태에 관한 진단정보를 제공해 줌으로서 정확한 처방까지도 가능하며, 수정란 혹은 태아의 생존 유무를 확인시켜주거나, 쌍둥이 확인도 가능하고, 태아의 성까지도 구별할 수 있게 되었다.

일반 농가에서 가축을 사육함에 있어 개체가 필요로 하는 영양소 요구량을 정확히 계산하기 위해 소의 체중을 측정하고, 몸 상태 변화를 직접 조사하는 농가는 흔치 않다. 이렇게 관리자가 영양상태 혹은 대사에너지에 대한 이해가 부족하고 직접 체중 측정이 어려워 영양소 요구량을 계산하는데 어렵다면 관리의 일관성을 위해서라도 미리 각 가축의 영양상태 또는 번식 시기별로 군을 분류하여 지속적인 변화를 관찰을 실시하여 보유 축군에 대한 효율적인 관리가 이루어질 수 있도록 노력이 필요하다.

지금까지 가축을 개량한다는 측면에서 종모우 산육능력 평가 방법이 이루어진 것에 비하여 암소에 대한 산육능력의 평가는 후대에 남는 자손의 수가 너무 적어 평가방법이 충분히 개발되어있지 않다(Harada, 1995). 특히 번식용 암소의 경우 수소와 달리 분만을 반복적으로 하면 최고의 육질을 지속하기란 매우 어려우며 이런 이유로 암소의 육질 진단은 소홀하게 진행되었던 것이다. 특히 반복적인 임신과 분만과정에서 일어날 수 있는 육질의 변화를 추적하여 어떤 연관성을 지니고 있는지 충분히 조사되어 있지 못하다. 신체충실도와 더불어 암소의 임신기간 혹은 분만직후, 교배기에 보이는 특성등을 조사하여 효율적인 암소관리 방안을 제시하고 개선할 수 있는 사양프로그램 수립을 위한 기초자료를 제공하고, 더 나아가 암소의 개량 평가요인으로 직접 작용될 수 있도록 본 실험을 수행하게 되었다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절. 초음파영상정보를 비육우 관리체계 및 한우 생체 육질자동 판별 시스템 개발

초음파 화상에 의한 육질 판독은 우리나라와 일본의 경우는 주로 기술자들의 주관적인 경험에 의하여 판단을 하고 있는데 85%이상의 정확도를 나타내고 있으나, 미국이나 유럽과 같이 적육(lean meat)을 선호하는 나라에서는 근내지방을 판독하는 능력이 많이 떨어지고 있다.

그러나 현재 개발되어 있는 육질 자동판별 시스템의 원리는 초음파 영상정보의 Gray level값(0~250)을 이용하는 방법을 쓰고 있는데 국내에서 한우를 대상으로 지방함량 추정기법 이용한 결과 약 10%의 정확도(주, 소프트바이오, 2002)를 나타내었고, Decision tree기법은 의사결정규칙(decision rule)을 도표화하여 관심대상이 되는 집단을 몇 개의 소집단으로 분류(classification)하거나 예측(prediction)을 수행하는 분석방법으로(Berry와 Linoff, 1997; 강 등, 1998; 최 등, 1998; 강 등, 1999; 최 등, 2000) 이러한 기법을 이용한 결과 약 83%의 정확도(이용준, 2002)를 나타내었다고 하였다. Decision tree기법의 경우 초음파 촬영단계에서부터 화상판독단계까지에 많은 시간적, 물질적, 비용적 제약조건을 갖는 기법으로서 많은 사용자들이 보다 쉽게 정확하게 활용하기에는 보완되고 연구되어야 할 부분이 많다고 할 수 있다. 일본의 경우에는 이러한 육질자동판별시스템 개발을 위하여 많은 노력을 기울였음(KAIJO, 1990~1995)에도 불구하고 아직까지 관능적인 평가방법(HARADA, 미야자키대학)을 사용하고 있고, 그 결과 화우개량은 물론 브랜드육 생산기반에 있어서 중요한 우수 번식우 집단 형성에 큰 성과를 거두었다고 할 수 있다. 국외에서는 85%의 정확도를 나타내고 있는데 미국과 호주의 경우 주로 생후 12개월령의 앵거스 품종을 대상으로 하는 지방함량 추정기법을 활용하고 있으나 국내 한우에 접목한 결과 약 25%의 정확도를 넘지 못하여 현실성이 없다고 할 수 있다.

이러한 국내, 외 기술들이 현실에 부합되지 못하는 이유는 국내 한우산업의 다양한 특성(혈통, 사양관리방법, 품질평가 기준 등)들이 고려되지 못하거나, 부합되지 않는 것이 원인으

로 생각된다. 또한 비육우가 갖는 의미가 서로 상이하기는 하지만 나름대로 국내·외 모두 비육우 관리프로그램은 있다고 할 수 있다. 그러나 초음파 영상정보를 바탕으로 성장과정 중에 있는 개체의 도체특성을 평가하고, 이를 바탕으로 목적하는 방향으로의 품질을 생산하기 위한 관리프로그램은 아직 개발되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서 접근하고자하는 방법과 같이 많은 변수들과 다양한 방법들이 함께 접목되는 육질자동판별시스템(Decision tree기법, 지방함량 추정기법, Diagram 분석기법)이 개발되어야 정확도와 실용성이 갖추어진 기술로 활용될 수 있을 것이다.

제2절. 번식우의 조기임신진단과 관리프로그램 개발

임신진단의 기초는 수정후 2-3개월령에 직장을 통한 자궁 축진(Thompson 등, 1995)이나 수정후 발정유무를 확인하거나, 수정후 50 - 60일령에는 초음파 검사법(Baxter and Ward, 1997, Szenci 등, 1999)등이 도입되어 심장박동을 확인하여 임신유무를 진단한다. 초음파를 이용한 기술은 더 나아가 태어나 혹은 구조물을 측정하는데 자궁외 직경, 용모막강의 내측 직경, 자궁벽두께, 태반의 두께, 용모막강의 길이 또는 태반의 길이, 태아의 체장, 태아체부 직경 및 두부직경등을 측정하여 임신일령을 판단하곤 한다(Toal 등, 1986; Yeager 등 1992; 손 등, 1996). 두께나 길이를 측정할 때는 초음파 횡단면상에 항상 원형의 형태를 이루고 있을 때 측정함으로써 정확성을 기할 수 있고, 이들 측정치의 평균값을 이용하여 산출하며, 태아를 측정시 임신초기에 태아의 형태가 정확하게 관찰될 때 이를 측정자료로 활용한다(김 등, 2000).

소에 있어서는 임신진단을 위한 직장 초음파 영상자료에 관한 연구보고는 1982년 프랑스에서 처음으로 3.5MHz 탐촉자를 이용하였으나, 그 당시만 해도 3 - 3.5MHz의 탐촉자로는 45일 - 50일 까지 임신의 정확성을 확인할 수가 없었다고 하나 3MHz의 경우 해상도가 부족하여 태아의 발육단계 전까지 임신진단을 하기에는 매우 불충분한 것으로 조사되었다. 5MHz에 대한 보고는 그 다음해인 1983년대 동물의 번식기관 관독에 이용되었으며(Ginther 등, 1983), 다른 보고자들은 수정후 20일령 5MHz 탐촉자로 초음파 측정시 자궁내에 있는 액체의 측정시 해상도의 한계를 보이며(Kastelic 등 1988), 자궁각에서 때때로 적은 양의 액체들이 선명한 단면을 보이는 경우도 있다. 이럴 때 임신 유무확인 혼동을 가져오며, 이러한 액체가 보이지 않을 때 미임신으로 확인하기는 쉬우나 존재할 때 임신으로 오진하는 경우가 발생하기도 한다.

처음으로 1984년 소 수정란에 관하여(Pierson 등 1984b), 연이어 5MHz 에서부터 7.5MHz 탐촉자에 대한 보고가 뒤를 이었다(Curran 등 1986; Kastelic 등 1991, 1989; Pierson 등 1984a). 이들 논문에서는 수정 후 20일령에 소 태아의 진단이 가능했다고 보고하고 있으나 여전히 정확하지 않은 결과들이었다. 1990년대에 들어서서도 5MHz를 가지고 임신 25일령 - 26일령의 감지할 수 없다고 보고하고 있으며(Pieterse 등 1990 ; Hughes 등, 1989), 최근 Fricke(2002)은 5MHz 의 경우 보다 깊은 부분의 조직을 관찰하는데 적합하며, 7.5MHz 는 좀더 낮은 조직의 화상을 자세히 보여줄 수 있으며, 난소 혹은 난포의 발육을 확인하기에는 7.5MHz 가 이상적이라고 보고하고 있어 연구자의 의도 혹은 연구 대상에 따라 탐촉자를 구분하여 이용하는 것으로 조사되었다.

과거 탐촉자가 3.0 또는 3.5 Mhz 선상 배열 혹은 부채꼴 탐촉자 개발되어 운용되어 오던 것을 5 - 7.5 Mhz로 선택의 폭을 넓히면서 임신진단을 실시하였으나, 수정후 36일 이후에나 정확한 진단을 할 수 있다고 하여 임신 진단의 정확성을 예측하기가 매우 곤란하다고 한다. 또한 미경산우의 임신진단을 위해 5.0 Mhz의 직선형 탐촉자의 정확성은 수정후 16일령까지는 매우낮아 64.2%였고, 18일령 이후부터는 증가하여 20일령에는 100%의 정확도를 보이며, 반면 7.5 Mhz의 경우 직선형 탐촉자를 이용한 결과 실시간 B-mode의 검사에서 29 - 30일령 임신우의 정확도는 임신우의 경우 민감도가 90.4%, 미임신우의 경우 96.0% 이상을 선별할 수 있고, 이때 태아의 심장 박동을 인지할 수 있어 그 정확도를 더 높히고 있으나 요막을 이용한 임신진단의 경우 정확도는 다소 떨어진다고 보고하였다(Kastelic 등 1988 ; Fricke, 2002). 또한 경산우의 경우 7.5 Mhz를 이용했을 때 수정후 11- 16일령에는 예민성이 25%, 특이성이 90%를 보인다고 하여 매우 낮으나 17일 이후 20일령에 도달하면 100%에 도달한다고 Boyd 등(1990), Kastelic 등(1991 a)은 보고하고 있다.

1986년 Curran 등에 의하면 평균 12일령에 자궁의 한쪽에서 처음으로 촉진되는데 정확한 수정란의 직경은 약 2.8mm 정도였고, 12 일 - 18일 사이에는 약 2mm씩 태아의 성장을, Boyd 등(1988)은 수정후 9일째부터 확인할 수 있었다고 보고하고 있다. 그러나 그 이후의 연구자들은 정확한 초기 태아를 확인할 수 있는 것은 20일 이후라고 하고 있다.

소의 경우 배란일을 0일령으로 할 때 39일령 이상 도달했을 때 완전한 태아라고들 한다. 이때부터 태반이 형성되고 양수가 들어차며 임신이라는 것을 확신할 수 있는 시기라고 할 수 있고, 40일령째 성(性)이 완성되며, 본질적인 머리 부분의 움직임을 확인할 수 있는 시기라고 한다.

Kastelic 등(1989)은 초음파 기술을 이용하여 수정란 발육상태인 11일령 - 19일령 까지 조사한 자료에 의하면 임신 11일령의 자궁각에 있는 수정란 직경은 3.5mm이며, 13일령에는 25mm까지 확장되었으며, 19일령에는 배아세포내에 있는 분리된 돌출부위 높이가 약 6mm까지 도달한다고 보고하고 있다. 이와 관련하여 Pierson 등(1984a)은 처음으로 초음파를 이용하여 수정후 12 - 14일령에 황체가 존재하는 자궁각에서 불연속적인 타원형 2 - 3mm 수정란의 발육상태를 확인하게 되었고, 이후 Boyd 등(1988)은 real-time B-mode에서 인공수정후 9일령에 태아를 감지할 수 있었다고 보고하고 있다. 어느 방법이 정확한 것 인지는 모르지만 일반적으로 19일령 혹은 20일령 임신진단을 확신할 수 있다고 한다. Curran 등(1986)은 20일령부터 60일령사이의 젖소를 대상으로 태아 발달과정을 확인한 바 28일령에는 이미 길이가 9.5mm에 다달으며, 31일령에는 양막이 보이기 시작하고, 40일령에는 시상핵, 안구등이 보이며 60일령에는 크기가 무려 70mm에 도달한다고 한다.

한편 초음파 측정에 따른 수정란 조기 배사멸에 관한 연구(Kastelic 등, 1991 a)에 의하면 배아 및 태아의 사멸을 심박동, 태막의 분리, 양수 내 이물 등으로 확인할 수 있다고 하는데 이때 초음파 검사를 통해 배아 사망률이 23%까지 발생하고(Chaffaux 등, 1986), 임신중에도 약 8%정도, 인공수정후 26 - 58일령 사이에 사멸이 이루어지며, 수정란의 생존성은 약 7-40%라고 보고하고 있다(Hanzen 등, 1987).

쌍태 임신과 관련하여 Davis 등(1993)은 미경산우 육우에 과배란처리를 실시한 후 49일령 - 55일령 사이에, Izaike 등(1991)은 26 -100일령에 실시하는 것이 가장 정확하며, 임신 80일령에는 임신자궁이 커져서 진단의 정확도가 감소한다고 Echterkamp 등(1993)은 보고하고 있다. 이와같이 초음파를 이용한 임신진단은 양쪽자궁각의 정확한 진단을 필요하다.

초음파를 이용한 임신진단의 정확도에 관하여는 Taverne 등(1985)은 20 - 34일령의 경우 임신정확도는 34두중 27두가 확인되어 79%, 35일령 이후에는 100%의 정확도를 보였고, 미임신훈인은 20 - 34일령에서는 100%, 35 - 48령은 85%, 49일령 이후는 100%의 정확한 진단이 이루어졌으며, Chaffaux 등(1986)은 29일령 이전에는 29%의 임신정확도와 미임신 정확도는 67%, 29 - 38일령에서는 각각 97%, 71%를, 39일령이후 임신확인은 100%되나 미임신훈인 정확도는 81%까지 높일 수 있다고 한다.

초음파를 이용해 임신 진위 여부를 판단할 때 경산우에서 자궁내강 쪽으로의 판단이 곤란 경우를 발견할 수 있었으며, 이로 인한 오차를 확인할 수 있었고, 대개 분만이 이루어진 후 3주째에는 대부분의 자궁이 회복되기 때문에 자궁의 병적 상태를 조기에 진단할 수 있다고

하나(Kamimura 등, 1993; Khn, 1992; Perry 등, 1991), 특히 비임신 자궁의 경우 발정기 혹은 황체기 자궁내강에 존재하는 점액으로 검게 나타나는 경우와 약간 하얗게 나타나는 것을 자궁내막염으로 확인한다고 보고하고 있어 정확한 진단을 내리기가 어렵다.

이와 같이 소 수정란의 발달 혹은 태아의 발달 과정을 확인하는 도구로써 초음파기술을 이용하는 것은 매우 흥미로운 일이 아닐 수 없고 번식기관을 관찰하여 생리적인 상태를 확인하거나, 질병을 치료한다든가 그 이용면에서 매우 다양하게 이용되고 있다. 암소 집단에서의 임신유무를 확인하고 그것도 조기에 확인하는 이유는 분만간격을 줄이는, 즉 공태기간을 줄임으로 해서 경제적 이익을 추구하고자 하는데 있다.

신체충실도와 관련한 외국의 연구결과를 살펴보면 젖소의 경우 유량, 유지율, 수태율, 송아지 증체율, 분만간격등을 육우에 있어서는 증체률, 생시체중, 초종부 수태율, 분만간격, 이유시 체중, 영양소 요구량, 대사작용, 사료급여 프로그램등 다양한 분야로 접목되어 활용되고 있으며 특히 이렇게 다양한 조건등을 극복하고자 하는 사양관리 개선 부분에 대한 연구가 집중되고 있다. 반면 국내의 경우 젖소에서는 일부 이용되고 있으나 육우에 있어서는 그리 활발하지 못한 실정이다. 소의 신체충실도는 여원정도와 살찐 정도에 따라 1-9단계로 나누어지는데, 5일째 혹은 그 이상일 때 첫 수정일이 단축되고, 임신율이 증가(Rasby 등 1981; Wettemann 등 1981)되었다고 보고하고 있으며, 4 혹은 그 이하일 경우 약 9 - 29%의 임신률 저하를 보고하고 있다(Makarechain 등 1990; Selk 등 1988). 또한 신체충실도가 낮은 상태로의 임신 유기는 다음해 송아지 분만에 지장을 초래하며 발정재귀일도 늦어져 결국에는 분만간격이 늘어나는 좋지 못한 결과를 가져온다고 한다.

종부시 신체충실도를 측정하고 분만시 측정 자료에 의하면 평균적으로 4.5정도의 암소를 대상으로 조사한바 약 1포인트 정도 상승된 5.5의 신체충실도를 보이며, 이런 정도의 암소관리는 수태당 종부횟수 및 임신기간도 줄일 수 있고 분만간격도 단축되어 경제적 손실을 막을 수 있다(김 등, 2000).

신체충실도에 대한 유전적 변이는 0.24 - 0.45의 범위 내에서 유전력을 측정하는데서 부터 시작되는데(Gallo 등, 1999 ; Veerkamp, 1998 ; Veerkamp and Brotherstone, 1997 ; Dechow 등 2001), 분만간격, 첫 수정일, 수태율과 같은 번식능력 측정은 일반적으로 10% 미만의 저도 유전력을 가지고 있고(Hoekstra 등 1994; Pryce 등, 1999). Jones 등(1999)은 0.2-0.3의 유전력을 보고하고 있다.

번식형질을 측정하는데 있어서 전통적으로 공태기간과 같은 수태율의 유전력(Marti 등 1994)은 0.09 이하($h^2 < 0.09$), 분만간격(Campos 등 1994), 첫 수정일(Hayes, 1992), 1회 수정 횟수당 수태율(Hayes 등 1992)등에 관한 보고에서는 너무 광범위한 범위에 속해 있고 다양한 사양관리 및 정책등에 좌우된다고 말하고 있지만 만약 신체충실도와 수태율 사이에 고도의 상관관계를 가지고 있다면 신체충실도는 수태율 향상을 위한 선발지수로 유용하게 이용될 수 있다지만 일부 제한적 요인을 적용한다면 유전적인 어떤 변화(Jones et al., 1999)나 수태율을 결정하는 기준으로 간접적 선발요인으로 사용될 수는 없을 것이라는 보고도 있다(Pryce 등 2000).

비록 특정 형질인 증체나 표현형 쪽인 개량을 목적으로 교배가 이루어지다보니 이들에 대한 유전적 개량정도(Congelton 등 1984, Pelissier 1982)에 목적으로 두고 연구되고 있는 반면, 낮은 수태율로 인한 손실(Boichard 1990; Call 등 1985; Esslemont 등 1993; Oltenacu 등 1986)등에도 불구하고, 번식형질인 수태율과 증체와는 부의 유전적 상관관계를 지니고 있다(Hansen 등 1983, Raheja 등 1989; Oltenacu 등 1991). 암소의 경우 생시체중에 관한 유전력을 측정 조사한 결과 0.32 - 0.61이라고 보고(Jensen 등 1995; Koenen 등 1998; Veerkamp 등 2000)하고 있는 반면 신체충실도에 관한 유전력은 0.20 - 0.45(Koenen 등 1998; Jones 등 1999; Pryce 등 2001; Veerkamp 등 2001)에 불과 할 정도로 저도의 유전력을 지니고 있어 신체충실도에 대한 부정적인 시각을 모면할 수는 없는 실정이다.

일반적으로 신체충실도를 측정하는 시기는 분만시, 교배직전에 측정하는 것이 가장 번식능력을 측정하는 데 알맞은 시기로 알려져 있다(Perry 등 1991; Spitzer 등 1995). 건강한 암소의 신체충실도는 난산률을 낮출 수 있고(Eriksson 등, 2004), 특히 분만직후의 신체충실도는 계획교배 기간에 있어서 임신율을 효과적으로 향상시킬 수 있고 보다 빠른 임신을 위해 암소의 영양적 균형을 이룬다면 안정적인 송아지 생산이 이루어질 것이다(Lalman 등 1997).

Lents 등(1997)은 분만 직후 젖소의 신체충실도에 따른 유즙성분의 변화와 이유시 체중에 관한 연구보고에 의하면 이유시 체중측정시 그 어떤 변화에도 영향을 주지 않으며, 미경산우의 첫 분만은 송아지 이유시 체중에(Spitzer 등 1995), 초임우에 제한적인 영양소 공급은 생시체중의 저하를 가져오나 난산에 미치는 영향은 없는 것으로 조사되었다고 보고하고 있다(Bellow 등 1978). 반면 암소의 경우 유생산량은 송아지의 발육에 직접적인 영향을 주는 주요인 이며(Rutledge 등 1971), Odde(1997)은 분만시 면역혈청을 조사한 바 영양도가 낮을

수록 면역물질 포함이 적으며 신체충실도가 높을수록 면역 물질을 다량 보유하여 송아지 분만시 혹은 이유시 체중에 많은 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 너무 야윈 상태의 영양도는 난산률이 높아지고 송아지의 허약이 예측되는 것으로 조사되었고, Whittier 등(1993)은 신체충실도가 4이하의 경우 60일령 발정 발현률은 46%인 반면 5이상의 암소에서는 61%, 90일령의 경우 66%, 92%의 분만후 재귀 발정에도 영양을 주는 것으로 조사 되었다.

초음파를 이용한 암소의 육질 평가는 고가의 장비등을 이유로 혹은 판독기술력 부재로 이들에 대한 평가 자료는 다소 빈약할 정도이다. 그러나 최근들어서 우수한 암소의 유전능력을 표현하고자 많은 관심을 보이고 있다. 종모우에 대한 유전능력 평가자료는 후대검정이란 방법으로 쉽게 얻을 수 있는(Mike, 2002) 반면 암소의 경우 그렇지 못하다. 암소의 성장형질도 도체중과 유전적으로 매우 높은 상관관계를 이루고 있으며(Crews 등, 2001), 도체중은 총 도체 값을 좌우할 만큼 중요한 요인으로 작용하고, 등심단면적은 성장과 매우 밀접한 연관이 있다(Scott, 2001). 이런 형질을 예측하기 위해서는 도축을 실시해야하므로 그 결과를 확인하거나 살아있는 동물에게서 측정이 불가능한데 이런 불합리적인 방법을 개선하기 위하여 초음파를 이용한 기술도입 되었다. 후대검정에서와 같이 아버의 능력보다는 암소의 능력을 초음파라는 간접적인 측정함으로서 동일한 결과를 보일 수 있다(Joanne. 2002). 특히 Harada(1995)는 암소 평가방법이 존재하지 않아 이를 개발하고자 하는 초음파 기술 도입을 시도하고 있는데, 번식용 암소의 경우 수소와 달리 분만을 반복적으로 하다보면 육질의 최고를 언제까지 지속시킬 수는 없으며 3-5산째 산육형질은 최고에 달하고 7산째부터는 특히 지방은 감소하고, 등심단면적도 작아진다고 보고하고 있다. 육우 300두의 암소로부터 분만전 후 1개월간의 도체형질에 관한 자료를 수집하여 피하지방의 두께, 근간지방, 근내지방, 등심단면적등을 측정하였으며, 이에 미치는 종모우의 영향, 사양조건등을 변수로 하여 상관관계를 구명하였다. 특히 신체충실도와 관련하여 피하지방 및 등심단면적과의 상관관계는 매우 유의성이 높았으나 신체충실도가 높아질수록 피하지방과 근간 지방 형성이 높아져 육질 저하가 우려된다고 보고하고 있다. 또한 분만 전에 비해 분만 직후는 근내지방도를 제외한 등심단면적, 등지방두께, 근간지방 및 피하지방까지도 모두 유의적인 상관관계를 유지하며, 신체충실도 역시 지방의 축적 상태의 감소를 보인다고 보고하고 있다(Joanne. 2002).

제3절. DICOM 기술을 이용한 한우 생체 육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발.

DICOM기술은 앞서 기술한 바와 같이 인체를 대상으로 한 의료행위에 수반되는 정보처리를 위해 개발되어지고 사용 중인 기술로 선진국으로부터 1990년대 초반에 국내에 도입되어 그 기술이 개발되기 시작했고, 2000년대에 들어서 정부의 시책에 힘입어 폭발적으로 발전하여 의료정보처리 부문에서는 필수 기술로 자리잡게 되었다. 이로써 국내 병원에서의 시스템 보급률은 2004년 말 현재 약40%의 보급률을 보이고 있을 뿐 아니라, 눈부신 기술의 발전으로 인해 기술을 해외로 역수출하는 상황에 이르게 되었다. 이는 기술의 과감한 도입과 보급으로 인한 결과로써, 국내 의료시장의 전반에 걸쳐 서비스의 질 향상과 국민 복지 향상에 크게 기여한 바 크다. 이는 또한 국내 의료시장의 경쟁력을 강화시켜주는 역할 뿐 아니라, 여타 부분에 걸친 기술의 발전에 기여한 바가 크고, 그동안 해외에서 수입되어지던 기술과 장비 등에 대한 비용을 절감하는 등의 경제적인 측면에서의 효과를 거두었다.

이러한 기술이 축산업에 도입되어 사용되고 있다는 보고는 국내,외를 포함하여 아직 알려지지 않고 있으며, 소동물(애완용 동물)을 대상으로 한 질병진단을 위한 기술이 국내 업체(주)유비케어)에 의하여 개발되어 국내 동물병원 시장의 점유율이 50%를 넘고 세계 동물병원시장에 수출하고 있는 실정이나 이 또한 영상정보의 저장과 전송의 방식은 비효율적인 방식을 사용하고 있는 것으로 파악되었다. 즉 초음파진단기와 X-RAY를 이용하여 얻어진 영상정보를 필름이나 사진형태로 출력하여 이를 다시 SCAN하는 과정을 거쳐 컴퓨터에 저장하는 방식을 취하고 있는 것이다. 현재 한우관련 영상정보 시스템으로는 축산연구소에서 WEB을 이용하여 육질진단 영상을 업로드 하는 방식을 도입(CUPID)하여 사용하고자 시도하였으나 사용자들의 편의성 문제와 영상의 동일성 문제 등의 기술적 문제로 활용도가 극히 저조한 상태로 놓여져 있다. 또한 농협중앙회에서 2003년도에 기획하여 도입한 한우 육질진단 시스템은 2004년 하반기부터 일선 축협에 보급되어 사용되어지고 있으나, 사용자의 불편함과 기술적인 문제로 인해 사용자의 참여율과 활용도 또한 기대치에 미치지 못하고 있는 실정이다.

따라서 이번 연구는 국내외를 포함하여 한우 육질진단과 임신진단 분야에 뿐 아니라 축산업 전반에 걸쳐 영상정보 관리시스템의 분야에 획기적인 기초를 확립할 수 있도록 하기위해 노력하였다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 초음파영상정보를 이용한 비육우 관리체계 및 한우 생체 육질자동판별시스템 개발

1. 연구 수행 내용

가. 초음파 기기 및 진단 방법

1) 초음파 기기

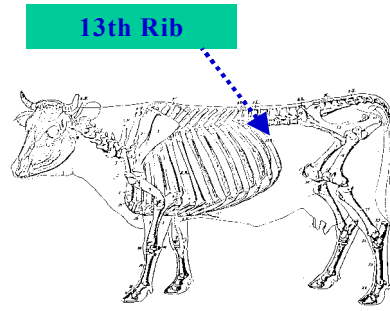
본 시험에 이용된 초음파 기종은 모두 Real-time B-mode로써 주파수가 3.5MHz인 Leaner probe를 장착한 3개 기종(Medison SV900, Pie scanner 100 Palco, Aloka SSD 500)을 이용하였다.

2) 초음파 진단방법

초음파 진단부위는 우리나라 도체등급제에서 등급을 판정하는 부위가 소를 뒤에서 보았을 때 좌측이므로 육질 진단을 위한 위치도 동일하게 하는 것이 바람직하여 제 13 흉추와 제 1 요추사이에 probe를 대고 등선과 직각이 되도록 배 쪽으로 내려오면서 조사하였다. 초음파 진단 순서는 먼저 소가 움직이지 않도록 단단히 고정시킨 후 조사부위의 털을 깎든지 오물을 깨끗이 제거하여야 하는데 그렇지 않으면 털 사이의 이물질 때문에 표준 화상을 얻을 수 없게 된다. 그 후 오일을 충분히 도포하여 Probe를 소 등에 완전히 밀착시켜 최적의 화상이 선택되도록 한다. 얻어진 화상 및 개체정보를 컴퓨터에 입력하여 화상을 분석하고 도체성적과 비교 분석하게 된다. 초음파 화상에서 얻을 수 있는 형질의 정보인 등지방두께와 등심단면적은 초음파기기 및 전용 프로그램에서 계산하여 수치화 되고 근내지방도는 주관적인 판단에 의해 1~7까지 점수화한다(Fig. 1).



1. 소의 보정



2. 진단위치



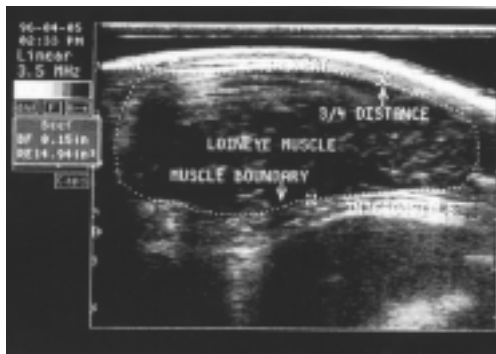
3. 이물질 제거



4. 오일 도포



5. 초음파 진단



6. 화상분석

Figure 1. Procedure of ultrasonic measurement

3) 초음파 화상의 기본적 이해

Fig. 2는 초음파 진단 장치를 이용하여 초음파 화상의 특성을 설명하기 위한 모델인데 위쪽은 물을 채운 수조 밑에 고무공을 고정하고 각각에 공기, 물, 오일과 물이 두층이 되도록 층만 시킨 후 초음파 probe를 댄 그림이고 아래쪽은 이때 나타난 각각의 초음파 화상이다.

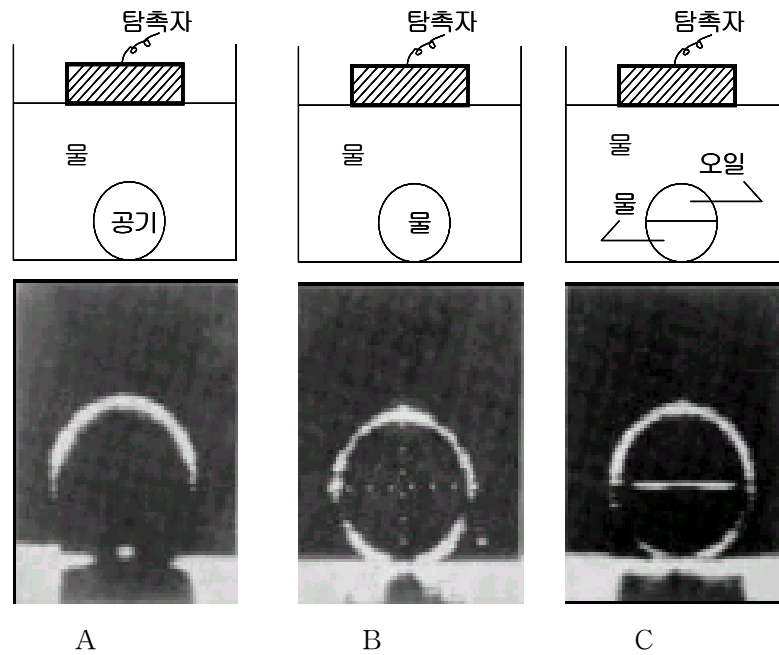


Figure 2. Basic models and Ultrasonic images for experiments

모든 고무공의 윗부분의 윤곽, 즉 물과 고무공의 위쪽 경계면에서의 반사파가 probe에서 깊이에 대응하여 반사파가 강하게 곡선 형태로 확인된다. 그러나 공기가 들어있는 고무공에 대해서는 아래 부분의 윤곽은 확인할 수 없으나(A) 물이 들어있는 고무공에 대해서는 동전 같은 원을 얻을 수 있고(B) 한편 오일과 물 2층으로 된 고무공에서는 그 경계면이 뚜렷하게 나타난다(C). 위 사항을 살펴보면 중요한 것을 확인할 수 있는데 초음파는 성질이 다른 2개의 매질 경계면에서 반사하고 그 반사파가 화상에서 하얗게 나타나고 있으며, 하얗게 비추어진 것이 고무, 기름 또는 물이라는 것까지는 나타나 있지 않으나 측정자가 반사되어 나오는 부분의 내부구조를 어느 정도 이해하고 있어야 한다. 따라서 같은 매질에서는 반사가 일어나지 않아 화상에서 검게 나타남을 알 수 있다. 또한 초음파는 액체 혹은 고체에서는 전파가 진행되지만

공기에서는 전과하지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 고무공의 양쪽 측면과 같이 반사파가 되돌아오기 힘든 면의 윤곽은 흐리하게 나타나므로 경우에 따라서는 화상을 얻을 수 없는 경우도 있다.

나. 분석방법

1) 초음파에 의한 도체형질의 추정

초음파 측정값과 도체 측정값의 정확도를 비교하기 위하여 아래의 식을 이용하였으며,

$$y = \frac{\sqrt{\sum_i (a - b - bias)_i^2}}{N - 1}$$

위 식에서,

y = 예측값의 표준오차

a = 도체 실측값

b = 초음파 측정값

$bias$ (평균 편의) = 실측값과 측정값의 평균 차이

성장단계별 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 초음파 측정치와 도축 후 실측치와의 관계를 구명하기 위하여 SAS GLM 및 Regression (SAS Ver. 8.2) 분석을 이용하였다.

2) Decision tree 분석에 의한 육량 및 육질 예측

살아있는 한우의 초음파 측정시 측정환경, 소의 개체별 특성, 초음파 기계의 상태 등 여러 이유에 의하여 등지방두께와 등심단면적은 과대 또는 과소 추정될 수 있으며, 이 경우 중회귀 분석 모형에 상당한 영향을 미치게 된다. 따라서 선형성(linearity)의 가정을 필요로 하지 않는 비모수적인 접근법과 두 개 이상의 변수가 결합하여 목표변수에 어떠한 영향을 미치는지 분석하는 교호효과 분석방법이 필요한데 이러한 분석에 유용하게 사용되는 것이 Decision tree 기법이다.

가) 육량지수산식을 이용한 도체육량등급 예측

도축시 적용되는 육량지수 산식을 이용하여 냉도체중 대신 생체중에 평균 도체를 58%를 적용하여 대입하였고, 도체측정 등지방두께와 등심단면적 대신 초음파 측정치를 대입하여 육량지수를 산출하였다.

육량지수 산식과 육량지수에 따른 육량등급의 분류는 다음과 같다.

$$Y = 65.834 - [0.393 \times \text{초음파측정 등지방두께(mm)}] + [0.088 \times \text{초음파측정 등심단면적(cm}^2\text{)}] - [0.008 \times \text{생체중(kg)} \times 58\%] + 2.01$$

<육량지수에 따른 육량등급 분류>

육량등급	육량지수
A	$69 \leq Y$
B	$66 \leq Y < 69$
C	$Y < 66$

나) 회귀분석을 이용한 도체육량등급 예측

육량지수 산식을 보면 전형적인 1차 선형식이므로 회귀분석을 통하여 새로운 공식을 유도할 수 있다. 후대검정용 거세한우 573두를 공시하여 24개월령 출하전에 체중측정과 함께 초음파진단기를 이용하여 등지방 및 등심단면적을 측정하였다. 초음파측정 등지방두께, 초음파측정 등심단면적, 생체중을 독립변수로 하고 도체육량지수를 목적변수로 하여 SAS package(2000)를 이용한 중회귀 분석을 실시하였다. 이 결과로부터 도출된 식에 초음파측정 등지방두께, 초음파측정 등심단면적, 생체중을 대입하여 육량지수를 구하고, 육량지수에 따른 육량등급 분류에 의거하여 도체육량등급을 예측하였다.

$$Y = 68.93 - 0.0026 \times \text{생체중(kg)}^{***} - 0.43714 \times \text{초음파등지방두께(mm)}^{***} + 0.06113 \times \text{초음파 등심단면적(cm}^2\text{)}^{***}$$

*** p<0.001.

(A등급 : $69 \leq Y$, B등급 : $66 \leq Y < 69$, C등급 : $Y < 66$)

다) 의사결정나무 분석을 이용한 도체육량등급 예측

후대검정용 거세한우 573두의 초음파측정 등지방두께, 초음파측정 등심단면적, 생체중을 입력변수로 하고 도체육량등급을 목표변수로 하여 SAS Enterprise Miner 4.0(2000)을 이용한 decision tree 분석을 실시하여 도출된 도체육량등급 분류도(Fig. 3)를 이용하여 도체육량등급을 예측하였다.

<육량예측 decision tree 분석을 위한 변수들>

변수	측도	변수값
목표변수	YGC	명목형
입력변수	BFTU	순서형
	LMAU	연속형
	BW	연속형

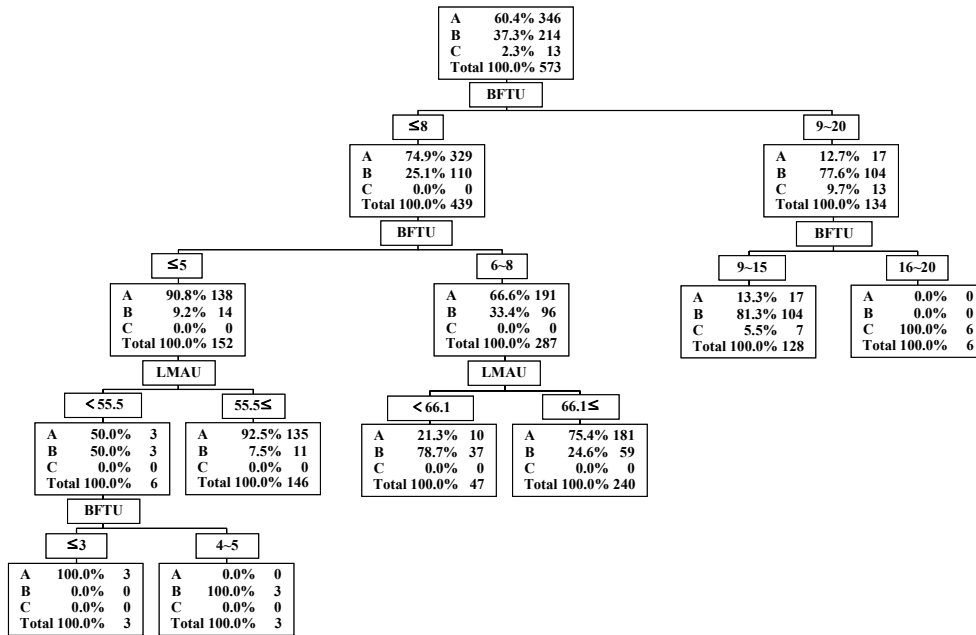


Figure 3. Distribution pattern of yield grade by the decision tree method

라) 표준화상을 이용한 도체육질등급 예측

육질등급별 초음파 표준화상을 참고로 하여, 초음파 측정화상에 나타난 등심의 환점(echo) 퍼짐 정도와 굵기, 등심 아래 경계면과 늑골의 선명도 등을 종합적으로 판단하여 주관적인 관점에서 도체육질 예측 등급을 분류하였다.

마) 초음파 육질 index를 이용한 도체육질등급 예측

후대검정용 거세한우 66두를 공시하여 초음파 육질 index와 decision tree 분석을 실시하여 도출된 도체육질등급 분류도를 이용하여 도체육질등급을 예측하였다. 초음파 육질 index는 판정부위를 5가지 즉, 등심 내의 반사파(echo)의 퍼짐 정도(A)와 굵기(B), 등심 아래 경계면의 선명도(복부쪽 :C, 등쪽 :D), 그리고 등심 아래 늑골의 선명도(E)로 분류하고, 각 항목별 지수를 1부터 5까지 분류하였다(Fig. 4). 초음파 육질 index를 이용한 도체육질 예측은 측정된 화상을 초음파 육질 index 판정표에 의거하여 각 부위별 지수를 1부터 5까지 분류를 하여 수치 데이터로 변경하였다. 이렇게 변경된 수치데이터를 입력변수로 하고 도체육질등급을 목표변수로 하여 SAS Enterprise Miner 4.0(2000)을 이용한 decision tree 분석을 실시하였다(Fig. 5). 분석알고리즘은 CART 알고리즘을 이용하였고, 부적절한 추론규칙을 가지고 있는 가지를 제거하고 최종 예측모형을 설정하였다.

<육질예측 decision tree 분석을 위한 변수들>

변 수		측 도	변수값
목표변수	QGC	명목형	도체육질등급 (1 ⁺ , 1, 2, 3)
입력변수	Index-A	순서형	등심의 환점(echo) 퍼짐 정도 (1, 2, 3, 4, 5)
	Index-B	순서형	등심의 환점(echo) 굵기 정도 (1, 2, 3, 4, 5)
	Index-C	순서형	등심 아래 경계면(복부쪽)의 선명도 (1, 2, 3, 4, 5)
	Index-D	순서형	등심 아래 경계면(등쪽)의 선명도 (1, 2, 3, 4, 5)
	Index-E	순서형	등심 아래 늑골의 선명도 (1, 2, 3, 4, 5)

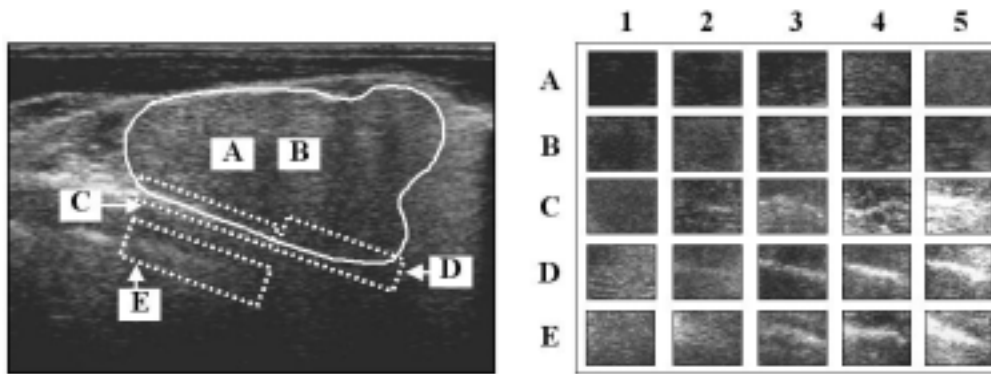


Figure 4. Standard image of ultrasonic meat quality index



Figure 5. Distribution pattern of meat quality grade by the decision tree method

3) 지방함량 추정기법과 Histogram 분석

가) 지방함량 추정기법

- (1) 초음파 영상자료를 보고 육질평가기준에 핵심적인 요인인 근내지방도를 시각적으로 평가할 경우에는 비록 정확도는 높다고 하지만 평가원에 따라 주관적인 영향을 미칠 수 있을 뿐만아니라 기계적인 조건(TG, NG, FG, Focus 등)에 따라 영상의 상태가 바뀌므로 보다 과학적이며 객관적인 수치화로 표시할 수 있는 평가방법이 필요하다
- (2) 또한 시각적인 평가방법에 의한 근내지방도 평가는 BMS No.1~9까지로만 표시되듯이 연속적인 값으로 표시되는데 한계가 있으므로 개체간의 미미한 차이까지도 구분되어야 하는 개량적인 측면에서의 활용에는 문제가 발생된다.
- (3) 따라서 지방함량추정기법은 이러한 문제점들을 해결하는 방법중에 하나로 초음파 영상자료의 Gray level값으로 등심의 조지방함량(%)을 추정하는 기법으로 등급판정시 시료를 채취하여 일반성분을 실시하여야 하므로 실제 산업현장에서는 시간적인 문제가 발생할 수 있고 활용시에는 조지방함량(%)과 품질(맛)과의 연관정도도 규명되어야 하는 전제조건이 뒤 따른다.

(4) 분석방법

본 시험에 사용된 시료는 농협중앙회 가축개량사업소에서 사육된 거세 한우 62두의 등심(70cm²×4cm)을 대상으로 도축 후 24시간뒤 채취하여 4℃ 저온냉장고에서 24시간 더 숙성한 뒤 동결건조하여 분석하였다. 분석방법은 에 사용한 시료는 시료의 성분변화를 극소화하기 위하여 동결건조하여 분석하였다. 지질정량은 정확히 칭량된 시료를 건조한 후 Soxhlet장치에 ethyl ether를 붓고 siphon관에 시료를 넣은 후 약하게 가열하여 12시간 정도 충분히 추출되어 나온 물질을 지질로 하여 계산하였다.

나) 초음파 영상자료의 Histogram 분석

(1) 초음파 영상자료를 보고 육질평가기준에 핵심적인 요인인 근내지방도를 시각적으로 평가할 경우에는 비록 정확도는 높다고 하지만 평가원에 따라 주관적인 영향이 미칠수가 있어 이러한 문제점 들을 해결하고자하는 노력들은 많이 이루어져 왔다.

(2) Histogram 분석방법은 Fig. 과 같이 B-mode로 촬영된 초음파 영상자료의 Pixel에 대한 밝고(W) 어두운(B) 정도를 0(B)~255(W)단계(Gray level)로 구분한 후 Pixel의 출현수와 분포정도 등을 고려하여 수치화하는 수치해석법을 말하며 본 연구에서는 Gray level값을 10단계로 구분하였다(Table 1).

Table 1. Gray level(0~255) of ultrasound image pixel

구 분	a(B)	b	c	d	e	f	g	h	i	j(W)
gray level값	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225
	~24	~49	~74	~99	~124	~149	~174	~199	~224	~255

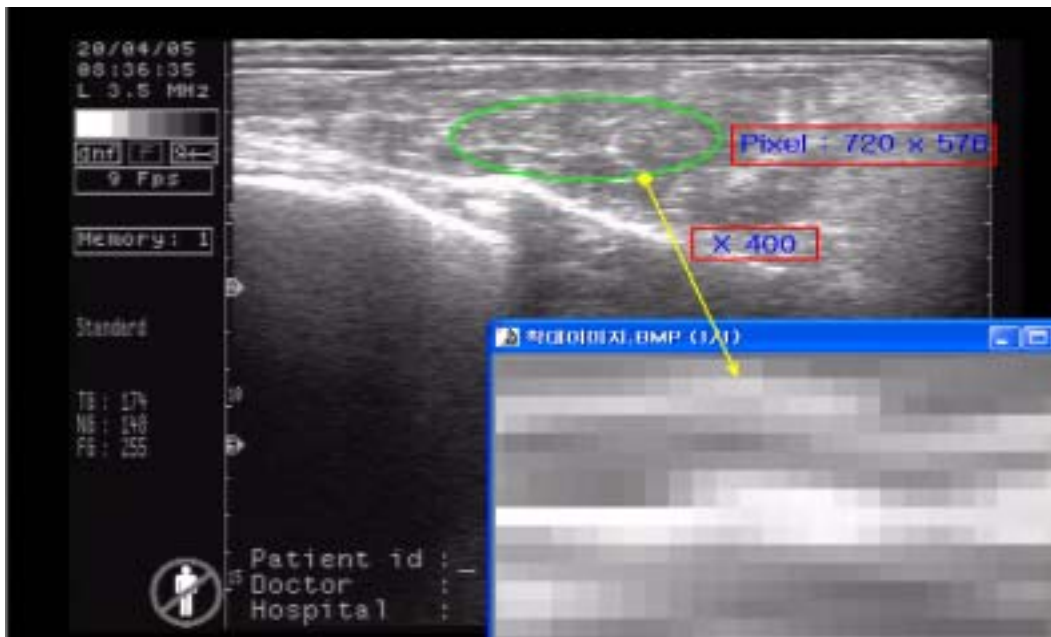


Figure 6. Ultrasound image magnified to 400 times

(3) 초음파 영상자료에 대한 Histogram 분석을 위한 알고리즘은 Fig.7에서와 같이 크게 3영역으로 표시하여 ① 등심단면적(폐곡선 ; P-적색)을 구한 것을 기준으로 ② 폐곡선(등심단면적)을 내포하는 최소의 직사각형을 구한 후 X축과 Y축의 중심점을 구한 후 ③ 직사각형 X, Y축의 교차점을 기준으로 10Cm(W) X 3Cm(H)의 구역(R-청색)을 설정한 것과 ④ 등심단면적(폐곡선) 좌측내에 폐곡선으로부터 0.5Cm 떨어지는 직경 4Cm의 원형구역(C-노란색)을 설정한 것으로 하였으며 수치해석을 위한 프로그램의 개발환경은 ① Language-VC++ 6.0 ② O.S환경-Windows ③Toolkit-Lead tools 13.0으로 하였다.

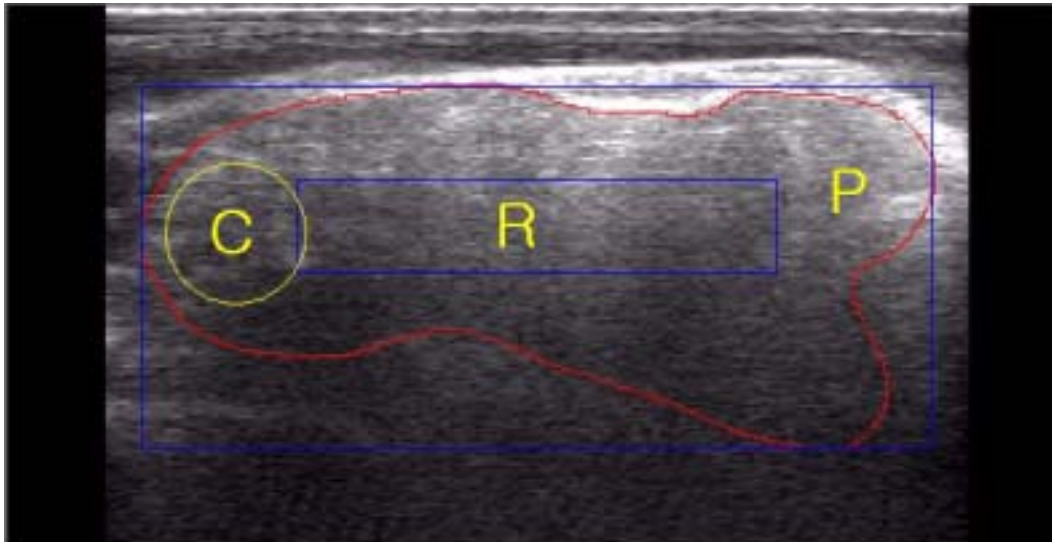


Figure 7. Division of ultrasound image for histogram analysis

2. 연구 결과

가. 초음파 화상정보의 표준화

1) 초음파 표준화상

Fig. 8은 초음파 표준화상을 제시한 것으로 등지방두께는 위에서 2번째의 연속적인 반사파(흰색의 Line)의 상단에서 3번째의 연속적인 반사파(흰색의 Line)의 하단까지의 부분이며 등심단면적은 등심 좌측(복부 쪽)에서 반사파가 불연속적으로 나타나는데 등심 하단부를 향하여 반원 형태로 하강하는 윤곽을 볼 수 있다. 또한 등심 경계의 왼쪽 아래로 강한 반사가 연속적으로 나타나는데 이는 횡경막에서 반사된 것이다. 최적의 화상을 얻기 위해서는 5가지 포인트에 초점을 맞추어 진단을 하게 되는데 첫째는 등지방 층과 등심과의 복부쪽 경계면이 연속적으로 이어지지 않는 곳, 둘째로는 등지방 층과 등심과의 등쪽 경계면이 연속적으로 이어지지 않는 곳, 셋째는 복부쪽 등심 하단의 경계면과 횡경막의 반사파가 나란하게 형성될 것, 넷째는 복부쪽의 등심경계가 반원 형태를 그릴 것, 마지막으로 등쪽의 등심경계가 역 S자형으로 나타나게 진단이 되어야만 정확한 판독을 할 수 있다고 할 수 있다.

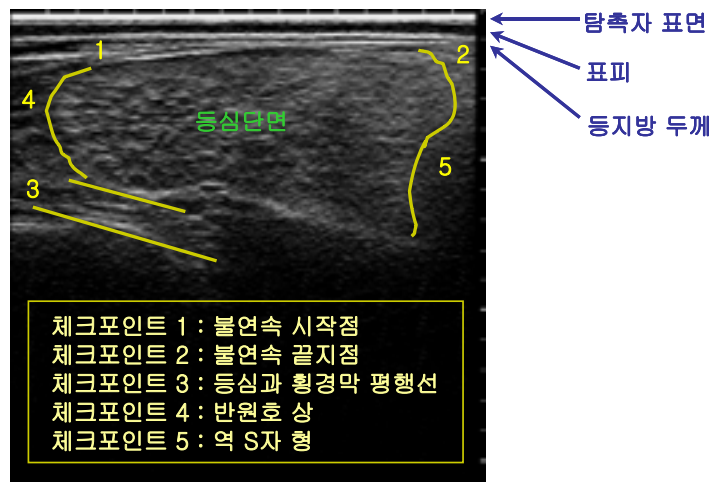


Figure 8. Ultrasound Standard image of longissimus muscle in cattle

2) 표준화상의 판독 방법

등지방층은 Fig. 9의 초음파 화상 위에서 2번째 연속적인 반사파의 상단에서 3번째의 연속적인 반사파의 하단까지의 부분으로 두께는 등심 우측(등 방향)에서 얇고 좌측(복부 방향)으로 내려감에 따라 두꺼워 지는 것이 일반적인데 등심을 기준으로 등 쪽에서 복부 쪽에 이르는 2/3지점에서 두께를 측정한다.

등심단면의 좌측(복부방향) 경계는 반사파가 불연속적으로 나타나는 부분으로 등심 하단부를 향하여 반원 형태로 하강하는 윤곽을 볼 수 있고 반원 형태는 횡경막의 위에 있는 장늑근의 바로 우측을 통합으로 경계를 알 수 있다. 등심 하단부는 중앙에서 다소 우측(등 방향)에 걸쳐 횡돌기에서의 강한 반사가 보이는데 이 반사파가 등 중심선과 거의 수직으로 통한다는 것을 알 수 있다. 또한 등심 경계의 아래로 강한 반사가 연속적으로 나타나는데 이는 흉벽에서 반사되어진 것이다. 등심 우측(등 방향)은 배다열근과 횡돌간근의 좌측이 배최장근의 경계가 되나 이들의 근육은 초음파 화상에서는 명확한 반사가 되어 돌아오지 않을 때가 많은데 특히 근내지방도가 높은 경우에 많이 나타나며 경계를 작도할 때에 가장 주의를 요하는 부위로서 역 S자 모양을 하고 있다.

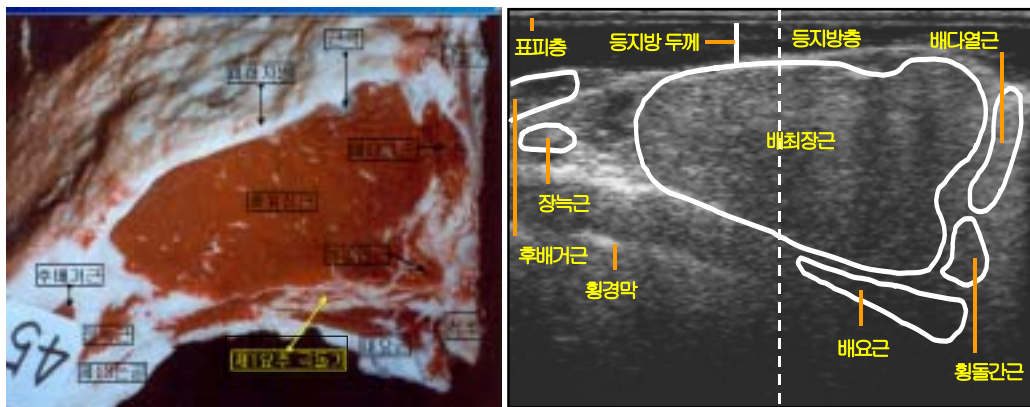
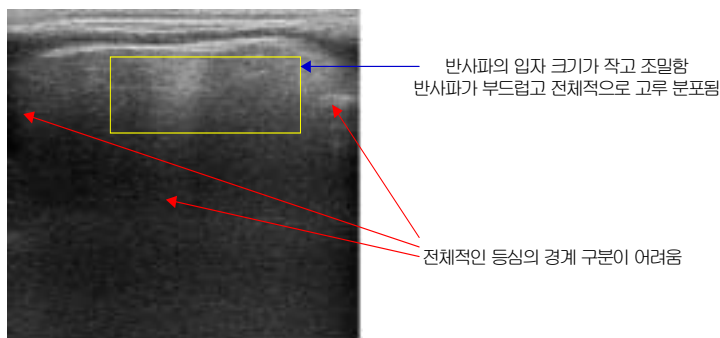
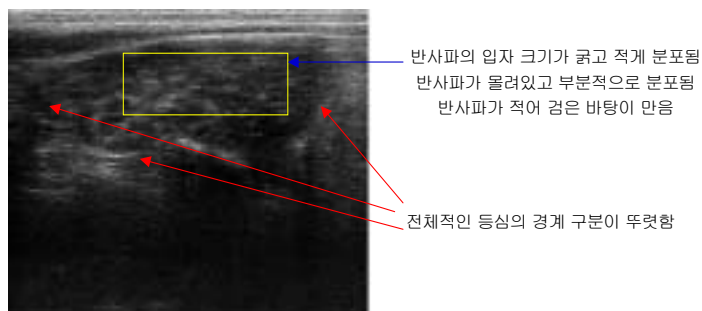


Figure 9. The comparison of carcass and ultrasonic image

근내지방도의 판독은 등심단면 내에 나타난 반사파의 크기와 출현율 및 분포 정도를 함께 고려하여 평가하는데 반사파의 크기는 작고 부드러우며 전체적으로 넓게 고루 분포된 것이 근내지방도가 높은 영상이고, 또한 근내지방도가 높을수록 대부분 등심 내부에서 초음파가 감쇄되어 등심 아래의 경계면을 확인할 수 없는 경우가 대부분이다. 반대로 반사파가 크고 굵게 나타나고 균일하지 못하며 등심 내부가 검은 부분이 많이 나타나는 것은 근내지방도가 낮은 영상인데 등심에서 초음파가 아무런 저항 없이 쉽게 통과하여 아래 부분의 경계가 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다 (Fig. 10).



<High marbling score>

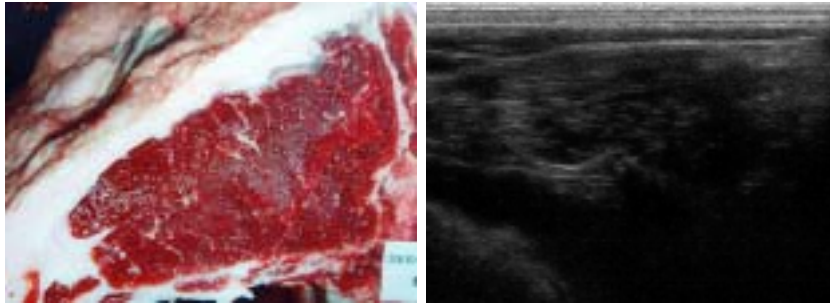


<Low marbling score>

Figure 10. Ultrasound Standard images of meat qualities

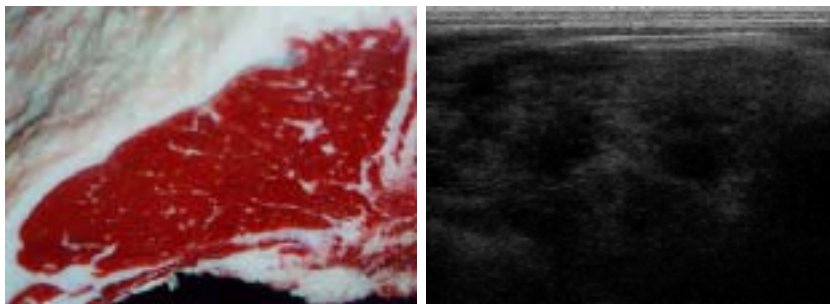
3) 육질등급별(근내지방도별) 초음파 표준화상

3등급(NO. 1)은 등심 내 반사파가 적어서 전체적으로 검은색의 비율이 많고, 부분적으로 강하고 거친 반사파가 대부분이다.

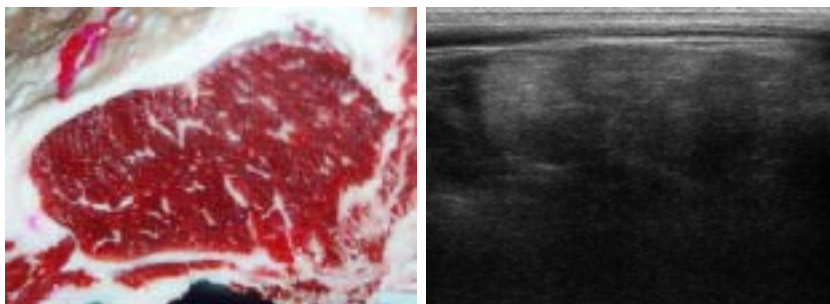


NO. 1

2등급은 등심 내 반사파가 적어서 검은색의 비율이 3등급보다 줄어들며, 부분적으로 강하고 거친 반사파가 줄어들고 세밀한 반사파가 늘어나는 정도에 따라 NO. 2와 NO. 3으로 구분한다.

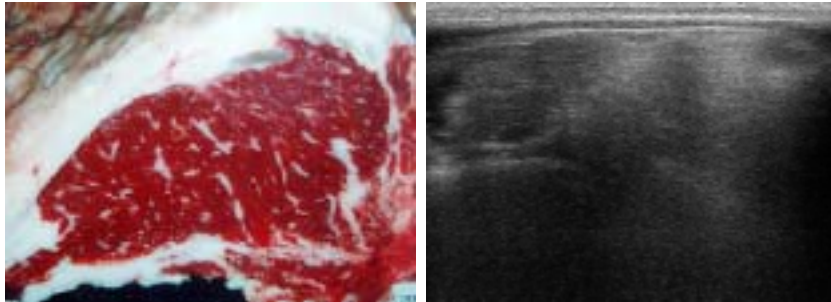


NO. 2

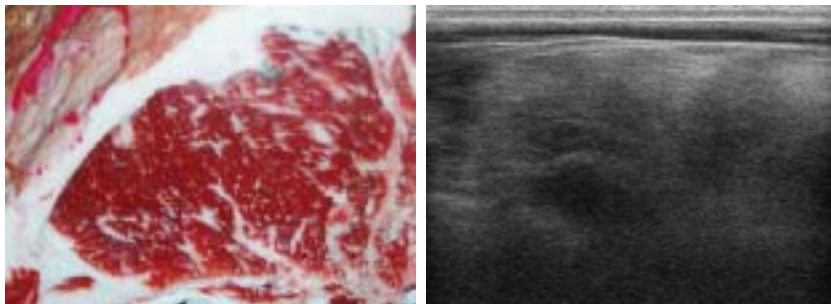


NO. 3

1등급은 등심 내 반사파가 많아서 검은색 보다 흰색의 비율이 늘어나고, 부분적으로 강한 반사파가 많이 줄어들어 부드러운 느낌이 많고 적음에 따라 NO. 4와 NO. 5로 구분한다.

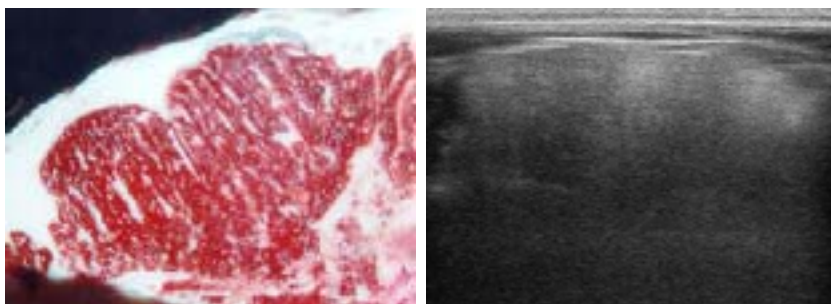


NO. 4

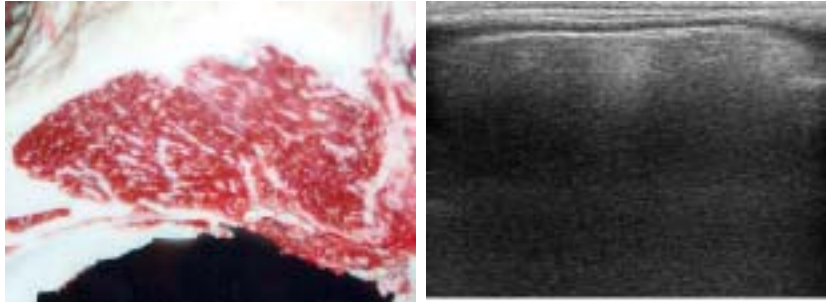


NO. 5

1⁺등급은 등심 내 반사파가 많아서 전체적으로 흰색의 비율이 많고, 부분적인 강한 반사파가 없이 부드러운 느낌이 많고 적음에 따라 NO. 6과 NO. 7로 구분한다.



NO. 6



NO. 7

Fig. 11은 국내에 많이 보급되어 있는 초음파기기 3종에 대하여 성장단계별(18, 21, 24 및 27개월령) 표준화상을 제시하였다. 거세비육우의 비육기간이 연장됨에 따라 초음파 이용자가 성장단계별 초음파 표준화상을 이용함으로써 육질등급을 쉽게 비교하고 판단할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

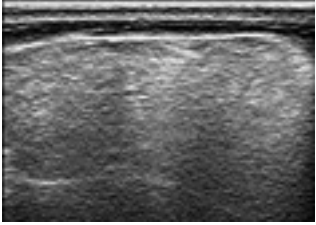
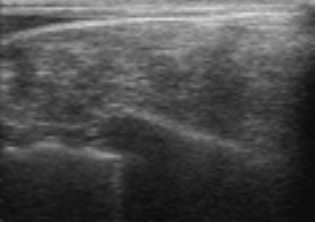
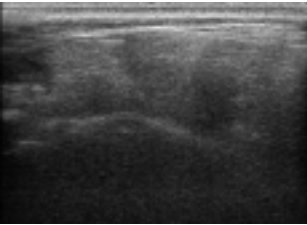
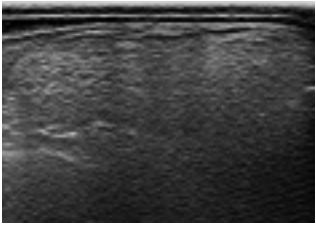
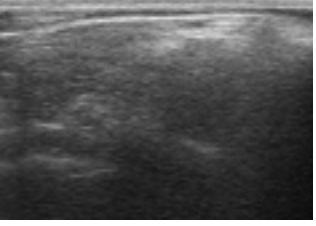
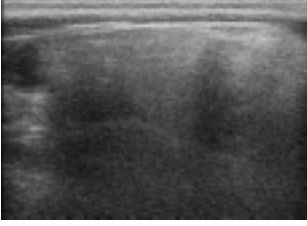
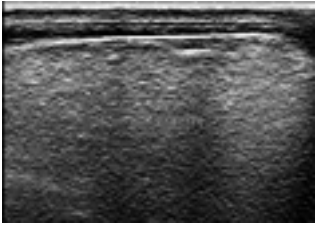
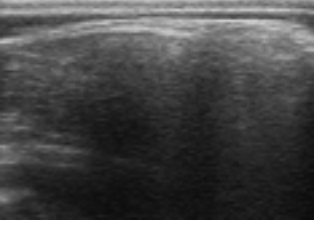
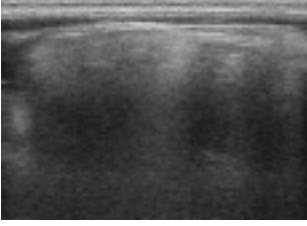
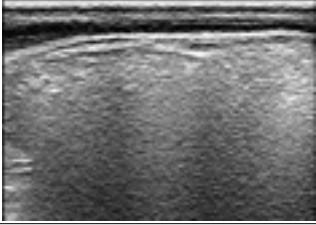
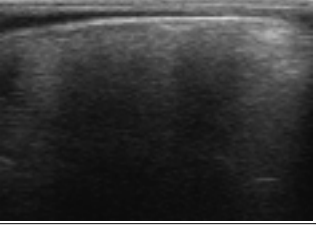
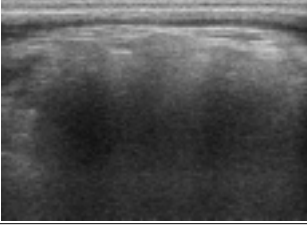
Month	Medison SV900	Aloka SSD500	Pie scanner 100Palco
18			
21			
24			
27			

Figure 11. Ultrasound standard images to ages by ultrasound machines.

나. 거세한우의 성장단계별 도체형질 추정

본 시험에 이용된 공시가축은 혈통이 등록된 한우 90두(평균체중 $176.2 \pm 13\text{kg}$, 평균일령 $206 \pm 12\text{일}$)를 대상으로 입식 1주일 후 외과적 수술로 거세를 실시하여 육성기에 양질의 조사료를 급여하는 조건에서 비육전기, 비육중기 및 비육후기로 구분되는 장기비육 사양체계로 관리하였다. 초음파 진단은 Pie medical 100 Palco를 이용하였으며 생후 12

개월령부터 31개월령까지 1~3개월 간격으로 측정하여 도축 후 도체성적과 비교하였다. Table 2는 초음파 측정 월령별 주요 형질의 변화를 나타내고 있는데 등심단면적은 12개월령에 46.2cm²에서 25개월령 80.0cm² 그리고 31개월령 102.6cm²로 매월 약 3~5cm²의 크기로 꾸준히 증가하는 경향을 보였으며 등지방두께 또한 12개월령에 1.9mm에서 25개월령 9.3mm 그리고 31개월령 14.7mm로 매월 약 1mm 내외의 두께로 계속적으로 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 거세한우의 출하 체중별 등지방두께를 조사한 이(1998)의 보고에서 출하체중이 높을수록 등지방두께는 직선적으로 증가하였다는 결과와 유사하였으며, 정(1997)은 초음파를 이용한 거세 한우의 생후 16, 21 및 25개월령의 등심단면적을 추정한 결과 직선적인 성장 패턴을 보였다는 보고와도 비슷한 결과를 나타내었다. 그리고 근내지방도는 12개월령에 1.04에서 21개월령부터 3.8로 본격적으로 근내지방이 침착하는 경향을 나타내어 30개월령 이후까지 지속적으로 근육내로 지방이 침착하는 것을 알 수 있었다. 이는 생체중이 증가함에 따라 근내지방도도 증가한다는 이 등(1997)과 이(1998)의 보고와 비슷한 결과를 나타내었는데 거세한우의 경우 근내지방 침착은 18개월령 이후에 본격적으로 진행된다는 이(2002)의 보고와도 유사하였다.

Table 2. The comparison of ultrasound measurement to ages in live Hanoo steers

Age (Mo.)	No. of Obs.	Body weight(kg)	EMA (cm ²)	BF (mm)	MS	
					1-7	1-21
12	90	302.3±16.5	46.2±4.1	1.9±1.4	1.04±0.2	1.8±0.2
18	90	455.0±26.5	63.8±4.6	5.5±1.5	1.9±0.8	4.8±2.1
21	90	536.4±33.1	73.2±4.3	6.8±1.9	3.0±0.8	7.9±2.3
23	90	591.9±36.7	77.3±3.9	8.1±2.1	3.8±1.0	10.3±2.9
25	90	625.6±39.0	80.0±4.5	9.3±2.4	4.2±1.1	11.9±3.4
26	90	651.3±40.9	82.8±4.0	10.0±2.7	4.8±1.2	13.6±3.3
29	48	721.8±43.0	92.6±5.0	12.3±3.3	5.8±1.0	16.5±3.0
30	31	737.6±48.2	97.8±5.9	13.7±3.4	6.2±0.8	17.8±2.7
31	15	761.8±54.9	102.6±6.7	14.7±4.3	6.3±0.8	18.1±2.5

* Mean±S.D.

** BF : Back fat thickness, EMA : Eye muscle area, MS : Marbling score

아래의 그래프(Fig. 12~14)는 초음파에 의한 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 각각의 성장단계별 변화추세를 보여주는 것으로 3개의 형질 모두 양의 직선적인 발육 양상을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

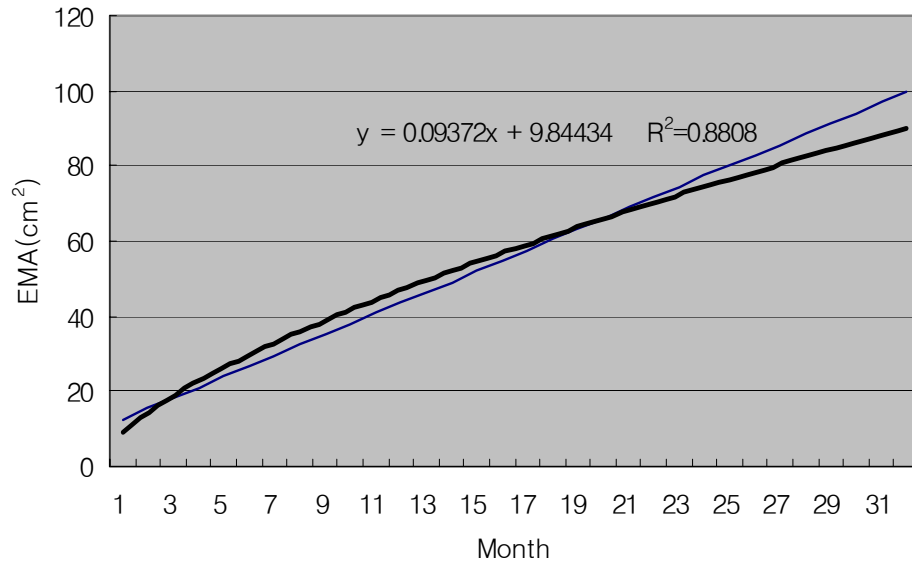


Figure 12. Growth curves of ultrasonic eye muscle area to ages in Hanwoo steers.

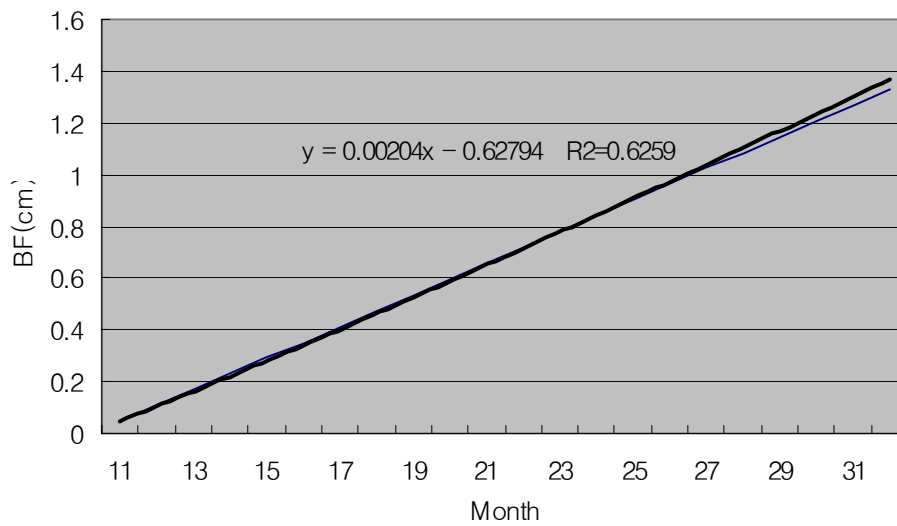


Figure 13. Growth curves of ultrasonic back fat to ages in Hanwoo steers.

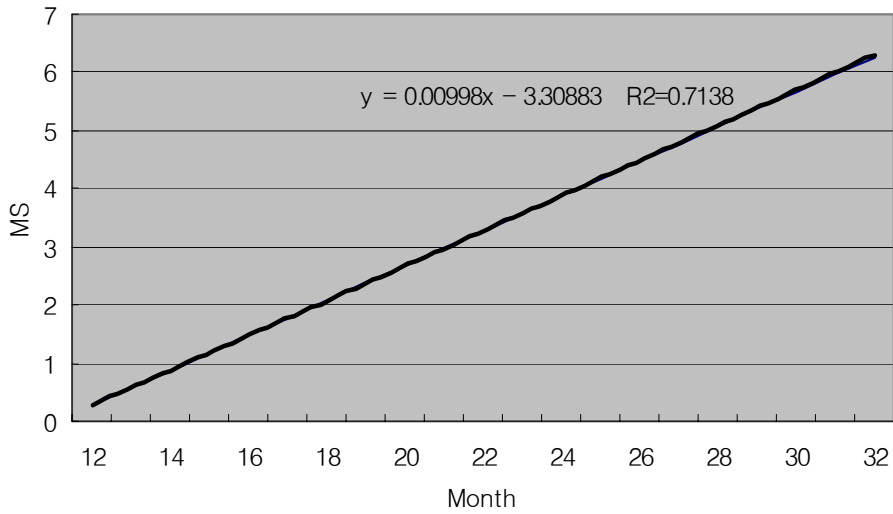


Figure 14. Growth curves of ultrasonic marbling score to ages in Hanwoo steers.

초음파에 의한 생체 측정치의 정확도를 나타내는 예측치의 표준오차(SEP, Table 3)는 등지방두께에서 0.011mm, 등심단면적은 0.2954 그리고 근내지방도는 0.0695로 차이가 아주 적어 높은 정확도를 보였다.

Table 3. Standard error of prediction(SEP) of traits from carcass and live Hanwoo steers by ultrasound

Trait	BF(mm)	EMA(cm ²)	MS(1-7)
SEP	0.011	0.2954	0.0695

Table 4에서는 초음파 측정에 의한 추정값과 도축 시 실제 측정값을 비교하였는 바, 초음파 측정에 의한 등심단면적은 26개월령 85.5cm², 27개월령 84.6cm², 30개월령 91.9cm², 31개월령 96.6cm² 그리고 31개월령에서는 102.6cm²로 각각의 월령별 도체 실측값은 87.3cm², 87.5cm², 96.1cm², 100.8cm² 그리고 108.7cm²로써 상대적인 차이는 약 5cm² 이내로 나타나서 초음파를 이용하여 비교적 정확하게 등심단면적을 측정할 수 있는 것으로 나타났다. Waldner 등(1992)과 Perkins 등(1992)의 초음파를 이용한 등심단면적의 추정이 도체 실

측치에 비해 다소 과소 평가되는 경향이 있다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 월령이 경과하여 등심단면적이 넓을수록 약간의 차이를 보였는데 이는 등심의 면적이 넓고 근내지방도가 높을수록 등심 아래 부분의 경계면을 확실하게 구분하기 어려워 관독자의 주관적인 판단에 따라 면적을 산출한 결과로 나타난 차이로 생각된다.

도축 월령별 등지방두께의 비교는 초음파 측정값이 26개월령 9.2mm, 27개월령 9.9mm, 30개월령 11.4mm, 31개월령 13.4mm 그리고 31개월령에서는 14.7mm로 각각의 월령별 도체 실측값은 8.2mm, 8.8mm, 10.9mm, 13.2mm 그리고 15.1mm로써 상대적 차이는 약 1mm 이내로 나타나서 초음파를 이용하여 등지방두께는 아주 정확하게 측정할 수 있는 것으로 나타났다. 이(2002)와 정(1997)은 등지방두께의 측정값과 실측값의 차이가 0.59mm와 0.2mm였다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 근내지방도는 초음파 측정값이 26개월령 4.9, 27개월령 4.9, 30개월령 5.8, 31개월령 6.3 그리고 31개월령에서는 6.3으로 각각의 월령별 도체 실측값인 5.7, 5.5, 5.9, 6.3 그리고 6.4로써 상대적 차이는 0.8 이하로 나타나서 근내지방도 또한 비교적 정확한 추정을 할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 4. The comparison of actual and estimated measurements according to ages in steers.

	Slaughter age(Mo.)				
	25	26	29	30	31
No. of Obs.	15	15	14	15	15
Body weight	620.7±39.2	637.7±45.3	722.2±39.1	737.4±47.4	761.8±54.9
UEMA(cm ²)	85.5±4.9	84.6±4.9	91.9±4.9	96.6±5.1	102.6±6.7
UBF(mm)	9.2±2.8	9.9±1.8	11.4±3.4	13.4±3.5	14.7±4.3
UMS(1-7)	4.9±1.0	4.9±1.2	5.8±1.1	6.3±0.8	6.3±0.8
EMA(cm ²)	87.3±8.5	87.5±8.2	96.1±9.1	100.8±8.8	108.7±11.1
BF(mm)	8.2±2.8	8.8±2.1	10.9±4.0	13.2±3.7	15.1±4.8
MS(1-7)	5.7±1.4	5.5±1.6	5.9±1.1	6.3±1.1	6.4±0.8

* UEMA : Ultrasonic eye muscle area, UBF: Ultrasonic back fat thickness

UMS : Ultrasonic marbling score

표 5~8은 초음파 측정 형질과 도체형질과의 상관관계를 나타내었다. 등지방두께의 상관은 12개월령, 18개월령, 25개월령 그리고 29개월령 각각 0.33, 0.42 0.60 그리고 0.85로 월령이 경과함에 따라 증가하는 것을 알 수 있었다. 근내지방에서는 12개월령에는 0.07로 나타나서 이시기에는 도축시의 근내지방도를 추정할 수 없는 것으로 나타났으나 18개월령 이후에서는 0.48로 중등의 상관을 보이기 시작하였고 25개월령 및 29개월령에서는 각각 0.55와 0.61로 높아지는 경향을 나타내었다. 또한 근내지방도와 등심내 지방함량의 상관에 있어서도 18개월령 이후에 0.5이상의 상관을 나타내었다.

Table 5. Correlations between the actual and the estimated measurements at 12month in Hanwoo steers.

Estimated	Actual				
	EMA	BF	MS	CW ¹⁾	IMF ²⁾
UEMA	0.28539**	0.11368	-0.06320	0.30058**	0.13485
UBF	0.10266	0.42413**	0.12197	0.16988	0.25754*
UMS	0.13912	-0.01666	0.47650**	0.04798	0.55963**
BW ³⁾	0.37692**	0.19537	0.03054	0.63503**	-0.00224

** P<0.01, * P<0.05

¹⁾ Slaughter weight, ²⁾ Intramuscular fat percentage, ³⁾ Body weight

Table 6. Correlations between the actual and the estimated measurements at 18month in Hanwoo steers.

Estimated	Actual				
	EMA	BF	MS	CW	IMF
UEMA	0.28539**	0.11368	-0.06320	0.30058**	0.13485
UBF	0.10266	0.42413**	0.12197	0.16988	0.25754*
UMS	0.13912	-0.01666	0.47650**	0.04798	0.55963**
BW	0.37692**	0.19537	0.03054	0.63503**	-0.00224

Table 7. Correlations between the actual and the estimated measurements at 25month in Hanwoo steers.

Estimated	Actual				
	EMA	BF	MS	CW	IMF
UEMA	0.12450	-0.12681	0.09347	-0.06614	-0.08487
UBF	0.08664	0.60069**	-0.10076	0.25429*	0.05475
UMS	0.17041	0.01233	0.55437**	-0.08209	0.57996**
BW	0.42510**	0.22900*	0.07922	0.68362**	0.02869

Table 8. Correlations between the actual and the estimated measurements at 29month in Hanwoo steers.

Estimated	Actual				
	EMA	BF	MS	CW	IMF
UEMA	0.57500**	0.15575	0.07670	0.51054**	0.05689
UBF	-0.02616	0.84813**	-0.28351	0.27440	0.07524
UMS	0.09538	-0.03028	0.61255**	0.06084	0.52144**
BW	0.44509**	0.22251	0.02607	0.93310**	0.07219

다. Decision tree 분석에 의한 육질 및 육량등급 예측

Table 9는 초음파 진단값으로 도체평가 시 이용하는 육량지수산식을 이용하여 육량등급을 예측한 결과 60.9%의 예측율을 나타내었으나, 회귀분석식과 의사결정나무 분석을 통한 도체등급분류도를 이용하였을때 각각 56.5% 및 65.2%의 예측율을 나타내었다. 의사결정나무 분석에 의한 도체육량등급 예측율은 3가지 예측방법 중 가장 높은 예측율을 나타내었으며, 초음파측정 등지방두께 및 등심단면적만으로도 도체육량 예측이 가능한 것으로 나타났다. 따라서 의사결정나무 분석을 이용한 육량등급의 예측은 우형기가 설치되어 있지 않은 일반농가에서도 적용이 가능하기 때문에 그 활용도가 매우 높을 것으로 판단된다.

Table 9. Comparison of prediction accuracy of yield grade by four methods

YGC ¹⁾	YGU ²⁾	Formula		Regression		Decision tree	
		Heads	Accuracy	Heads	Accuracy	Heads	Accuracy
	A	5	38.5%	5	38.5%	6	46.2%
A	B	7		6		7	
	C	1		2		0	
Subtotal		13		13		13	
	A	1		1		1	
B	B	9	90.0%	8	80.0%	9	90.0%
	C	0		1		0	
Subtotal		10					
Total		23	60.9%		56.5%		65.2%

¹⁾ Carcass Yield Grade, ²⁾ Ultrasonic Yield Grade.

초음파 표준화상을 이용하여 도체육질등급을 예측한 결과, 1⁺등급에서 40.0%, 1등급에서 83.3%, 2등급에서 100.0%를 예측하여 전체예측율은 56.5%를 나타내었다(Table 10). 초음파 육질 index와 의사결정나무 분석을 통한 육질등급 분류도를 이용하여 예측한 결과, 1⁺등급이 80.3%, 1등급이 83.3%, 2등급이 100.0%의 예측율을 나타내었고, 전체 예측율은 82.6%로 초음파 표준화상을 이용한 예측에 비하여 26.1%의 예측율 향상을 나타내었다(Table 11). 지금까지 근내지방도에 따른 초음파 화상의 특징을 이용한 주관적 육질 예측에 관한 연구에 의하면 방(1997)은 한우 암소를 대상으로 육질등급을 5등급으로 분류하고 예측한 결과 67%의 예측율을 보였고, 도체 실측치와 0.88의 상관을 나타내었다고 보고하였다. Brethour(1990)는 다양한 품종, 성별 및 연령별의 비육우를 대상으로 육질등급을 2단계로 나누어 육질예측을 실시한 결과에서 77.5%의 예측율을 보고하였다. 육질 index를 이용한 예측율의 향상은 육질판정의 측정항목과 각 항목별 등급분류를 확대함으로써 각 개체의 특성이나 판독자에 의한 오차를 줄인 것이 요인으로 판단된다.

Table 10. Prediction accuracy of meat quality grade by standard ultrasonic image

QGC ¹⁾	QGU ²⁾				Total	Accuracy (%)
	1 ⁺	1	2	3		
1 ⁺	6	9	0	0	15	40.0
1	1	5	0	0	6	83.3
2	0	0	2	0	2	100.0
Total	7	14	2	0	23	56.5

¹⁾ Carcass meat quality grade, ²⁾ Ultrasonic meat quality grade.

Table 11. Prediction accuracy of meat quality grade by ultrasonic meat quality index

QGC ¹⁾	QGU ²⁾				Total	Accuracy (%)
	1 ⁺	1	2	3		
1 ⁺	12	3	0	0	15	80.0
1	1	5	0	0	6	83.3
2	0	0	2	0	2	100.0
Total	13	8	2	0	23	82.6

¹⁾ Carcass meat quality grade, ²⁾ Ultrasonic meat quality grade.

라. 지방함량 추정기법과 Histogram 분석

1) 지방함량 추정

가) 공시축으로 사용된 거세 한우들은 생후 6~7개월령에 외과적으로 거세한 후 생후 24개월령에 도축된 것으로 이들의 도체등급판정성적은 Table 12에서와 같이 생체중 637.59kg에 도체중 378.59kg으로 도체율은 59.37%였고 등지방두께, 등심 단면적 및 근내지방도는 각각 12.85mm, 78.06cm² 및 4.00(No.)로 나타났고, 근내지방도별 분포는 Table 13에서와 같이 No. 1, 2 및 No. 4에 집중적으로 분포되어 있었으나 근내지방도(No.1~9)별로 모두 출현되었다.

Table 12. The comparison of estimated and actual carcass traits in Hanwoo at 24 months

	Mean	SD	Min.	Max
Body weight, kg	637.59	56.49	536.00	798.00
UBF, mm	10.78	3.28	4.50	21.40
UEMA, cm ²	85.94	8.71	65.40	109.90
UMS(1-9)	3.32	1.85	1.00	9.00
Csrcass weight, kg	378.59	38.82	304.00	485.00
BF, mm	12.85	4.63	4.0	27.00
EMA, cm ²	78.06	5.98	61.00	89.00
MS(1-9)	4.00	2.12	1.00	8.00

Table 13. No. of Obs by marbling scores

MS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
No. of Obs.	10	16	8	14	6	5	1	1	1	62

나) 공시축들을 대상으로 초음파 촬영을 실시한 후 판독한 등지방두께와 등심단면적 및 근내지방도와의 도축후 성적과의 상관관계는 Table 14에서 나타났듯이 등지방두께는 0.81(P<0.0001), 등심단면적은 0.26819(P=0.0891) 그리고 근내지방도는 0.81475(P<0.0001)로 나타나 주관적이지만 등심단면적을 제외하고는 우수한 성적의 상관을 보여줬다. 등심단면적의 상관정도가 떨어지는 이유는 화상판독을 처리하는 프로그램에서의 면적처리기능에 대한 오류로 인한 것으로 사료된다.

Table 14. Correlation between the estimated and actual measurements in Hanwoo at 24 months

Correlation(r)	Estimated		
	BF	EMA	MS
Actual BF	0.81605***	0.47030	0.24562
Actual EMA		0.26819**	0.15430
Actual MS			0.81475***

** P<0.05, *** P<0.001

다) 분석결과

이러한 개체들의 조지방함량(%)을 분석한 결과 Table 15에서와 같이 근내지방도가 좋아질수록 조지방함량도 높게 나타나 근내지방도 No. 1의 조지방함량이 6.03%이던 것이 근내지방도 No. 8에서는 16.79%로 나타났고, Table 16에서와 같이 근내지방도(No.)와 조지방함량(%)과의 상관관계(r)는 0.63(P<0.0001)의 정의(+) 상관을 나타내어 설명능력은 63%정도인 것으로 나타났고 등지방두께와 등심단면적에 대한 조지방함량(%)과의 상관정도는 각각 -0.02(P=0.9190)와 0.24(P<0.1)으로 나타났다.

Table 15. Intramuscular fat content(%) to marbling scores

MS(No.)	No. of Obs.	Mean	SD	Min.	Max.
1	3	6.03	0.87	5.17	6.92
2	13	9.00	1.35	7.23	11.03
3	7	10.53	2.49	7.33	15.17
4	4	11.69	3.10	7.28	14.95
5	5	13.18	1.83	10.50	14.50
6	5	13.19	4.14	7.73	18.37
7	7	13.50	1.35	11.69	15.44
8	4	16.79	1.29	14.95	17.89
9	-	-	-	-	-

Table 16. Correlations between the intramuscular fat(%) and the carcass traits

	BF	EMA	MS
Intramuscular fat(%)	-0.01508	0.24809*	0.63832***

* P<0.01, *** P<0.001

2) 초음파 영상자료의 Histogram 분석 결과

영역별 Gray level값(a~j)과 조지방함량과의 상관관계를 분석한 결과 Table 17에서와 같이 Gray level a값이 영역 P, R, C 모두와 각각 -0.23, -0.29 및 -0.28의 부의(-) 상관을 나타내 어두운(B) 부분이 많으면 많을수록 조지방함량은 낮다는 것을 의미함을 알 수 있다.

Table 17. Correlations between the gray level(a~j) and the intramuscular fat(%) to area

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
P(%)	-0.23*	0.13	0.24*	-0.17	-0.15	0.02	0.21	0.12	0.02	-0.05
R	-0.29**	-0.15	0.09	0.26*	0.11	0.01	-0.01	-0.07	-0.05	-0.10
C	-0.28**	-0.13	0.07	0.16	0.15	0.15	0.06	0.05	0.02	0.13

* ; P<0.1, ** ; P<0.05

Table 18에서와 같이 초음파 영상자료의 영역(P, R, C)별 Gray level값 분석결과를 살펴보면 영역에 상관없이 c나 d의 Gray level값을 기준으로 높게 나타났고 기타의 Gray level값은 낮게 나타났다(Table 19~26). 또한 근내지방도가 좋은 No. 1과 No. 8의 Gray level값을 그래프로 전환하여 비교해보면 P영역과 R영역의 근내지방도 No. 8은 b와 c의 주위에서 Gray level값의 최고점이 근내지방도 No. 1보다 높게 형성되는 특이현상을 발견할 수가 있었다(Fig. 15~16). 그러나 C영역에 있어서는 근내지방도 No. 1의 Gray level값 최고점 c주위에서 형성된다는 것을 알 수가 있었다. 이러한 현상은 근내지방도를 보다 객관적으로 평가하고 수치화하는데 있어서 향후 연구되어야 할 주안점으로 고려된다(Fig. 17).

Table 18. Analyses of histogram to ultrasound image

	gray level	Mean	SD	Total	Min.	Max.
P area (%)	a	7.13	5.71	442.14	2.11	25.87
	b	15.01	7.38	930.72	0.41	26.24
	c	19.26	4.23	1194.00	4.42	25.15
	d	17.88	3.85	1109.00	11.84	28.57
	e	15.61	3.83	968.17	9.93	29.10
	f	11.48	2.79	711.76	6.67	22.74
	g	7.15	2.21	443.48	3.14	13.97
	h	3.64	1.46	226.06	1.43	8.69
	i	1.55	0.77	96.34	0.45	3.95
	j	1.25	0.79	78.03	0.35	4.32
R area (%)	a	536.06	941.96	33236.00	4.00	5047.00
	b	2935.00	2346.00	181948.00	10.00	9253.00
	c	5856.00	1835.00	363082.00	472.00	8404.00
	d	6379.00	1222.00	395522.00	2980.00	8575.00
	e	4637.00	1654.00	287509.00	1068.00	9079.00
	f	2179.00	1287.00	135091.00	270.00	5790.00
	g	866.91	835.96	53749.00	40.00	4387.00
	h	309.88	425.72	19213.00	0	2212.00
	i	104.43	179.89	6475.00	0	1046.00
	j	52.37	117.42	3247.00	0	596.00
C area (%)	a	425.50	1061.00	26381.00	0	6962.00
	b	1422.00	1133.00	88149.00	0	4144.00
	c	2480.00	922.95	153763.00	89.00	4252.00
	d	2539.00	830.70	157415.00	182.00	3900.00
	e	1717.00	857.06	106465.00	28.00	3183.00
	f	780.41	662.86	48386.00	4.00	2902.00
	g	284.58	416.86	17644.00	0	2365.00
	h	85.25	178.54	5286.00	0	1192.00
	i	24.91	59.99	1545.00	0	389.00
	j	9.38	25.05	582.00	0	150.00

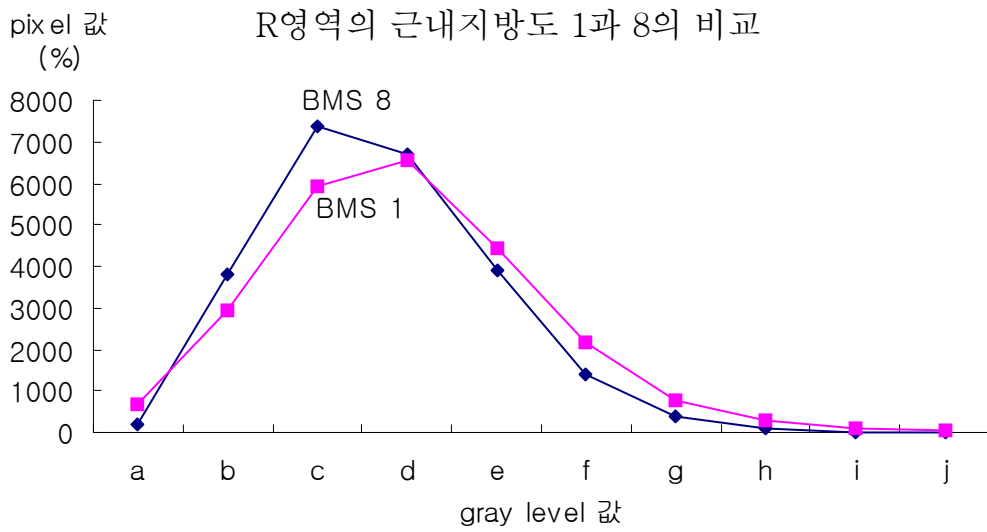


Figure 15. The comparison of gray level of MS I and MS VIII in P area

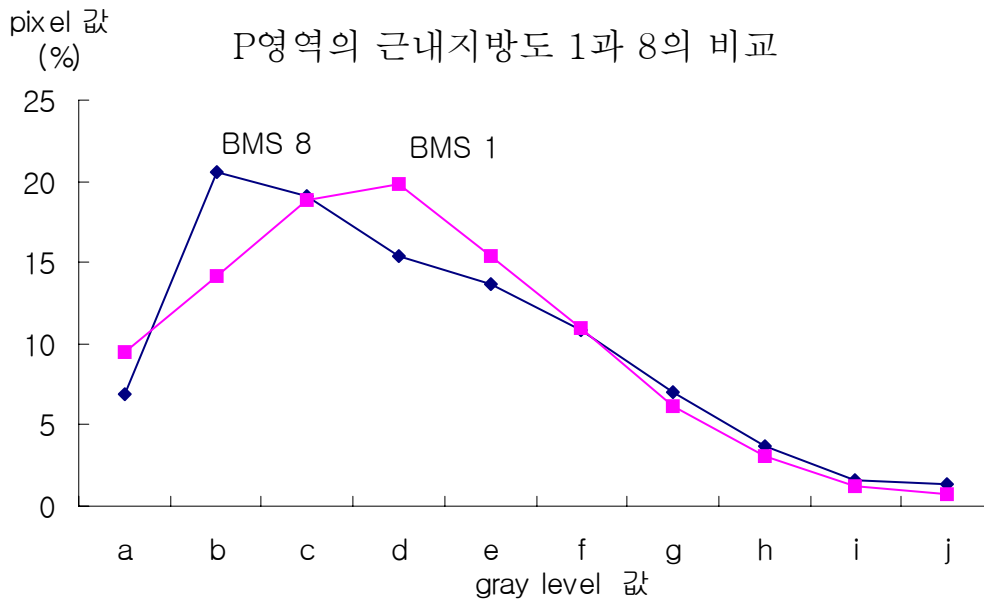


Figure 16. The comparison of gray level of MS I and MS VIII in R area

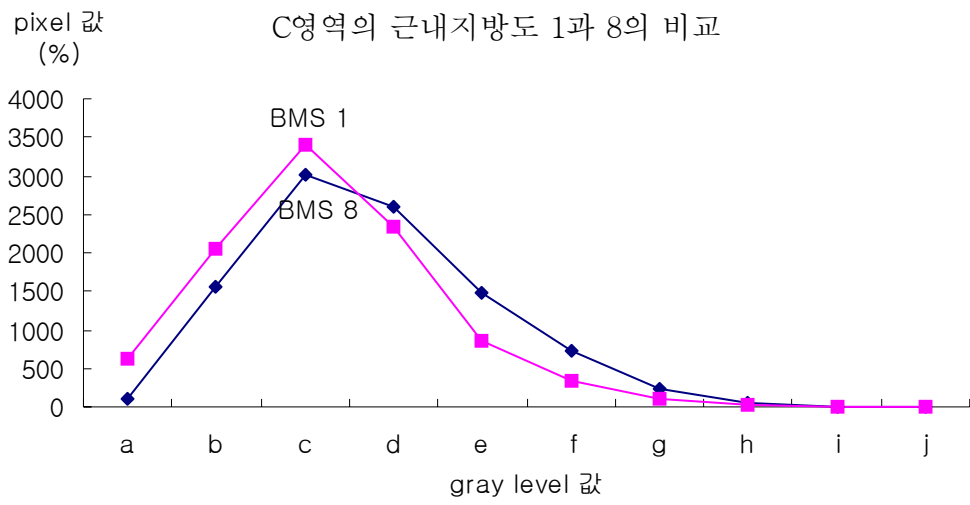


Figure 17. The comparison of gray level of MS I and MS VIII in C area

Table 19. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score I

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	9.46	8.15	2.83	20.81
	b	14.16	8.12	4.59	22.24
	c	18.84	2.24	16.85	20.82
	d	19.78	6.00	14.19	27.47
	e	15.45	4.08	11.42	20.02
	f	11.02	2.56	8.28	13.51
	g	6.14	1.60	4.71	8.12
	h	3.08	1.02	2.19	4.55
	i	1.23	0.41	0.93	1.81
	j	0.80	0.19	0.60	1.07
R area (%)	a	667.25	751.44	32.00	1679.00
	b	2933.75	1738.35	932.00	4577.00
	c	5941.50	898.21	5164.00	6990.00
	d	6571.75	1273.04	5417.00	7966.00
	e	4436.75	1179.79	3334.00	5753.00
	f	2157.25	646.95	1263.00	2750.00
	g	752.75	233.19	418.00	960.00
	h	272.00	106.44	134.00	388.00
	i	92.00	49.07	34.00	148.00
	j	31.00	18.93	10.00	48.00
C area (%)	a	613.00	882.93	91.00	1934.00
	b	2055.00	1257.94	1166.00	3900.00
	c	3414.50	652.73	2727.00	4252.00
	d	2326.75	906.58	999.00	2957.00
	e	868.25	593.73	144.00	1485.00
	f	326.25	221.02	60.00	532.00
	g	116.75	84.00	4.00	188.00
	h	37.50	25.82	0	59.00
	i	8.00	6.53	0	16.00
	j	2.00	2.30	0	4.00

Table 20. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score II

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	7.05	6.02	2.43	21.99
	b	13.70	7.31	0.82	22.12
	c	18.88	5.56	4.42	25.00
	d	18.38	3.57	13.14	23.99
	e	16.77	4.46	12.10	29.10
	f	12.08	3.65	8.40	22.74
	g	7.02	2.45	4.12	12.06
	h	3.43	1.42	1.60	6.17
	i	1.47	0.79	0.45	3.06
	j	1.18	0.69	0.49	2.91
R area (%)	a	371.87	500.17	4.00	1640.00
	b	2821.06	2210.42	118.00	7156.00
	c	5872.13	2151.49	1701.00	8404.00
	d	6400.06	995.86	4836.00	7925.00
	e	4713.94	1578.55	1940.00	7220.00
	f	2275.25	1457.59	426.00	5192.00
	g	930.37	871.98	76.00	2940.00
	h	325.12	378.81	20.00	1268.00
	i	102.12	152.43	0	576.00
	j	44.06	67.53	0	206.00
C area (%)	a	413.12	928.86	0	3789.00
	b	1410.19	988.11	88.00	3137.00
	c	2599.19	733.26	1389.00	4021.00
	d	2798.06	799.07	814.00	3900.00
	e	1725.31	822.87	186.00	3153.00
	f	612.56	407.42	53.00	1496.00
	g	160.56	122.40	8.00	415.00
	h	35.93	34.99	0	118.00
	i	8.50	14.30	0	52.00
	j	4.56	10.31	0	37.00

Table 21. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score III

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	7.34	6.24	2.11	21.65
	b	13.80	10.08	0.41	26.24
	c	18.92	3.73	8.62	24.16
	d	18.85	4.78	11.84	28.57
	e	15.78	4.26	9.93	22.21
	f	11.27	3.03	6.88	15.48
	g	7.14	2.69	3.61	12.40
	h	3.89	1.96	1.63	8.69
	i	1.59	0.79	0.53	3.35
	j	1.37	0.81	0.35	3.38
R area (%)	a	766.92	1164.53	4.00	3898.00
	b	3168.15	3191.16	76.00	9253.00
	c	5270.54	1919.84	1424.00	7617.00
	d	6063.85	1523.28	2980.00	8575.00
	e	4698.54	2172.54	1068.00	8028.00
	f	2339.69	1442.27	270.00	4620.00
	g	963.61	883.37	64.00	3164.00
	h	385.46	531.36	4.00	1836.00
	i	118.92	185.08	0	592.00
	j	80.30	171.66	0	506.00
C area (%)	a	386.69	630.25	0	2128.00
	b	1424.38	1370.87	0	4144.00
	c	2284.23	933.50	89.00	3343.00
	d	2418.69	916.88	795.00	3707.00
	e	1887.31	1024.72	148.00	3183.00
	f	906.69	789.77	16.00	2902.00
	g	328.15	493.80	0	1844.00
	h	83.76	131.11	0	459.00
	i	29.61	52.20	0	149.00
	j	18.46	41.07	0	150.00

Table 22. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score IV

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	4.56	2.61	2.51	8.99
	b	13.51	5.37	5.26	18.62
	c	21.03	2.94	17.13	25.15
	d	17.97	4.67	14.86	26.12
	e	14.91	2.10	12.89	17.89
	f	12.59	1.12	11.43	13.94
	g	7.92	0.26	7.46	8.12
	h	4.16	0.85	3.35	5.35
	i	1.80	0.67	1.03	2.88
	j	1.49	0.97	0.42	2.93
R area (%)	a	183.00	228.19	8.00	556.00
	b	2256.20	1468.72	583.00	3916.00
	c	5808.00	1160.85	4140.00	7079.00
	d	7033.40	527.77	6288.00	7483.00
	e	4962.80	1050.25	3524.00	5863.00
	f	2334.60	648.37	1551.00	3242.00
	g	880.00	411.42	398.00	1466.00
	h	282.80	200.15	54.00	588.00
	i	80.00	94.26	0	234.00
	j	35.20	47.04	0	118.00
C area (%)	a	231.60	271.68	0	655.00
	b	1705.40	1171.69	95.00	3145.00
	c	2494.60	710.19	1234.00	2918.00
	d	2559.80	706.19	1870.00	3646.00
	e	1635.69	523.13	851.00	2298.00
	f	727.80	688.82	268.00	1930.00
	g	255.60	377.04	28.00	923.00
	h	100.80	168.02	4.00	399.00
	i	34.80	75.59	0	170.00
	j	22.00	46.98	0	106.00

Table 23. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score V

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	7.82	8.58	2.60	25.87
	b	15.54	7.18	0.41	22.31
	c	18.34	6.57	5.33	24.16
	d	16.38	1.78	14.71	19.62
	e	15.88	4.82	10.96	26.25
	f	11.46	3.34	6.67	17.73
	g	7.67	3.36	3.14	13.97
	h	3.87	1.93	1.44	7.72
	i	1.65	1.12	0.56	3.95
	j	1.35	0.90	0.45	2.76
R area (%)	a	962.71	1885.32	6.00	5047.00
	b	2465.57	2362.22	10.00	6596.00
	c	5201.86	2198.00	472.00	7366.00
	d	5903.14	1830.56	3046.00	8013.00
	e	4839.14	1653.05	1660.00	6432.00
	f	2510.00	1638.71	448.00	5790.00
	g	1201.14	1454.21	62.00	4387.00
	h	481.14	784.88	16.00	2212.00
	i	190.42	380.16	0	1046.00
	j	100.85	218.71	0	596.00
C area (%)	a	1290.43	2603.78	4.00	6962.00
	b	1133.86	1203.61	32.00	3274.00
	c	1949.57	978.78	685.00	3291.00
	d	2439.71	1209.12	182.00	3533.00
	e	1701.43	1070.24	28.00	3036.00
	f	775.28	682.73	4.00	1629.00
	g	317.42	368.25	0	931.00
	h	122.14	187.91	0	522.00
	i	30.71	41.53	0	109.00
	j	7.42	12.31	0	32.00

Table 24. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score VI

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	8.32	6.24	3.18	16.52
	b	16.14	6.71	6.54	22.65
	c	19.28	3.78	14.55	24.21
	d	16.04	2.66	13.61	20.05
	e	15.61	4.82	11.25	23.47
	f	11.44	2.73	8.22	14.81
	g	7.48	1.57	5.81	9.96
	h	3.40	0.80	2.25	4.22
	i	1.37	0.16	1.21	1.64
	j	0.86	0.16	0.59	1.00
R area (%)	a	811.40	1133.81	4.00	2494.00
	b	3539.60	3375.27	204.00	7506.00
	c	6101.00	2042.17	2666.00	7498.00
	d	6074.80	1452.27	4080.00	7786.00
	e	4771.60	2829.54	1948.00	9079.00
	f	1880.40	1641.43	282.00	3938.00
	g	555.20	678.02	48.00	1560.00
	h	95.60	123.71	0	276.00
	i	26.40	35.59	0	82.00
	j	0	0	0	0
C area (%)	a	126.00	162.22	2.00	392.00
	b	1029.00	1231.80	16.00	2811.00
	c	2218.60	1586.17	115.00	3994.00
	d	2103.00	858.31	621.00	2659.00
	e	1844.40	962.31	420.00	2695.00
	f	1314.40	1101.99	58.00	2669.00
	g	732.80	959.86	0	2365.00
	h	294.80	507.66	0	1192.00
	i	91.60	167.55	0	389.00
	j	13.40	25.72	0	59.00

Table 25. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score VII

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	6.16	3.10	3.07	10.64
	b	16.97	5.97	6.18	24.58
	c	20.55	2.64	15.88	24.73
	d	18.02	3.55	13.62	23.19
	e	14.25	1.76	11.81	17.03
	f	10.51	1.36	8.09	12.10
	g	6.86	1.39	3.97	8.49
	h	3.56	1.37	1.43	6.31
	i	1.65	0.98	0.57	3.88
	j	1.42	1.25	0.47	4.32
R area (%)	a	260.00	408.51	20.00	1178.00
	b	2803.63	2028.27	444.00	6217.00
	c	6412.38	1596.79	3976.00	8021.00
	d	6803.25	878.84	5624.00	7920.00
	e	4390.75	1253.07	2280.00	5676.00
	f	1927.38	1116.27	420.00	3756.00
	g	786.37	732.89	40.00	2136.00
	h	291.05	341.55	4.00	858.00
	i	122.75	159.60	0	352.00
	j	58.00	99.09	0	280.00
C area (%)	a	133.00	199.04	4.00	600.00
	b	1372.00	1169.91	213.00	3561.00
	c	2440.88	881.67	1140.00	3323.00
	d	2644.88	633.41	163.00	3562.00
	e	1946.25	785.28	515.00	2918.00
	f	869.75	675.79	110.00	1925.00
	g	280.37	335.09	28.00	830.00
	h	59.12	95.81	0	263.00
	i	17.75	31.00	0	91.00
	j	4.00	11.31	0	32.00

Table 26. Analyses of histogram to ultrasound image in marbling score VIII

	gray level	Mean	SD	Total	Min.
P area (%)	a	6.86	1.99	4.66	9.48
	b	20.61	2.66	17.64	23.77
	c	19.13	1.35	17.68	20.96
	d	15.35	2.41	12.32	17.95
	e	13.71	1.34	12.07	15.32
	f	10.78	1.56	9.16	12.67
	g	6.98	1.88	4.42	8.88
	h	3.64	1.32	2.08	5.24
	i	1.58	0.74	0.78	2.31
	j	1.31	0.44	0.77	1.76
R area (%)	a	214.00	147.89	84.00	348.00
	b	3805.75	1280.91	2580.00	5530.00
	c	7397.00	499.33	6824.00	7958.00
	d	6678.75	585.79	5938.00	7336.00
	e	3896.50	548.98	3184.00	4476.00
	f	1394.50	537.25	830.00	1992.00
	g	362.50	227.50	60.00	570.00
	h	80.00	58.33	8.00	140.00
	i	20.00	20.91	0	40.00
	j	7.00	8.24	0	16.00
C area (%)	a	101.75	147.85	4.00	321.00
	b	1566.00	1021.86	857.00	3043.00
	c	3020.75	626.86	2391.00	3838.00
	d	2586.25	541.00	2186.00	3373.00
	e	1493.00	579.88	878.00	2265.00
	f	724.25	557.56	177.00	1228.00
	g	233.75	234.04	16.00	458.00
	h	41.50	46.39	0	99.00
	i	0.75	1.50	0	3.00
	j	0	0	0	0

가) Gray level값을 이용한 조지방함량(%) 추정 다중회귀식 산출

초음파 영상자료의 Gray level값을 활용하여 조지방함량을 추정하는 다중회귀식을 산출한 결과 회귀식의 정확도는 38%($R^2=0.3845$, $P<0.0003$)으로 나타나 만족스러운 결과는 얻지 못하였지만 객관적이고 과학적인 육질평가방법을 개발하는데 초석이 되었다는 점에 의미를 부여해야할 것으로 사료되며, 회귀식에 이용된 Gray level값은 P영역에서의 25~49 Gray level값(b)과 50~74 Gray level값(c) 및 150~174 Gray level값(g) 그리고 R영역에서의 100~124 Gray level값(e)으로 나타났다.

$$Y = -11.54157+(0.41210*bP)+(0.27310*cP)+(0.00073469*eR)+(1.15631*gP) \\ (R^2=0.3845, P<0.0003)$$

나) 추정 된 조지방함량(%)과 초음파성적을 이용한 근내지방도 추정 다중회귀식 산출

초음파 영상자료에 대한 화상판독 결과(등지방두께, 등심단면적, 근내지방도)와 영상정보에 대한 Gray level값 그리고 추정된 조지방함량을 활용하여 근내지방도를 자동으로 판정하고자 다중회귀식을 산출한 결과 정확도는 45%($R^2=0.4528$, $P<0.0001$)으로 나타나 보통수준의 결과를 얻었지만 향후 보다 발전시킬 수 있는 가능성을 제시한 것으로 사료된다. 회귀식에 이용된 변수는 추정된 조지방함량과 초음파로 판정한 등심단면적이 활용되었다.

$$Y = -8.52987+[0.38197*IMF(%)]+[0.08642*UEMA] \quad (R^2=0.4528, P<0.0001)$$

제 2 절. 번식우의 조기 임신진단과 관리프로그램 개발

1. 연구수행내용

가. 연구방법

본 연구는 한우의 암소의 임신진단유무, 태아의 특성, 임신여부에 따른 육질의 변화, 산차수에 따른 육질의 변화등 다양한 변수들을 종합하여 효율적인 암소 관리체계를 구축코자 하였다.

1). 공시동물

농협가축개량사업소 보유 암소, 인근지역축협 생축장 및 50두 이상 암소 사육중인 농가를 대상으로 실험에 임하였다.

2). 태아의 초음파 임신진단 영상 획득

임신진단용 초음파기기의 탐촉자는 50S-Tringa/5.0-7.5MHz(Pie-medical)를, 육질진단을 위해서는 Real-time B-mode, Linear probe Super-eye MEAT 500/2MHz (FHK, 일본)을 이용하였다.

실험중 직장 벽은 대개 축축한 상태이기 때문에 초음파 측정하는데 큰 지장을 초래하지 않지만 유연제를 가급적 사용하여 탐촉자와 조직간의 간극을 좁혀 더 나은 화상을 얻고자 노력하였다.

3). 번식정보 수집, 판독

모든 암소의 번식 정보를 바탕으로 임신유무의 진위 확인을 위해 1차 년도에는 수정 후 21일령을 기준으로 5 간격으로 측정하였으나, 정확성과 예민성이 낮은 문제

점을 드러나 수정후 30일 전후로 임신유무의 진위를 파악하였다. 초음파 임신진단의 정확도를 평가하기 위하여 지속적인 발정관찰과 함께 수정후 50 - 90일령 직장검사를 통해 최종 확인하였다.

4). 초음파 측정요령

임신유무 초음파 측정은 동일한 사람이 사전에 직장검사 없이 자궁을 탐촉하여 음과 영역 화상을 Taverne 등(1985)의 방법으로 실시하였다.

5). 신체충실도 및 육질 측정

신체충실도는 임신 및 비유등 각 가축의 생리적 조건을 무시하고 측정 당시 분만, 질병등 가축이 처해 있는 생리적 요인이나 주변환경 및 계절, 사료조건등을 고려치 않았다. 암소의 일반적인 신체충실도 측정 방법은 우사내에서 안정된 상태를 유지할 수 있도록 하고 약 3m 거리를 두고 1차로 전체적인 영양상태를 우선 확인하였고, 소의 옆과 뒤, 앞 순서로 돌아가면 최종 확인하였다. 신체충실도는 미국 육우 개량협의회(BIF 1996)에서 권장하는 1 - 9단계를 적용하였다. 야원정도에 따라 1 - 3, 적당한 단계는 4 - 6, 비만은 7 - 9 까지로 정하고 이어서 육질진단은 현행 도체등급 판정 부위인 제 13늑골과 제 1요추 사이의 등 중심선에서 복부방향 쪽으로 향하면서 측정하였다.

6). 자료의 분석

현장에서 얻어진 개체정보 및 영상자료는 곧바로 data화를 위하여 별도의 저장장치에 보관되었으며, 실험실로 옮겨진 자료들은 분석을 위한수치화를 실시하였다. 다만 신체충실도 및 육질의 변화값에 대한 평균치 만을 제시하여 경향파악을 하는데 그 목적을 두고 있다.

2. 연구결과

가. 초음파 임신진단의 정확성

모든 암소의 임신진단을 위하여 자연발정을 혹은 발정동기화를 실시하여 인공수정을 실시하였다. 표 1은 시험 대상우를 1회 수정에 의하여 얻어진 수태율로 임신된 개체만을 공시하여 조사되었으며, 재발 혹은 삼발을 보인 개체는 임신진단 대상에서 제외하였다. 최종적인 임신감정은 직장검사법을 실시하여 임신된 개체의 기록을 역으로 추적하여 정리하였다. 표 1에서와 보는 바와 같이 1회 평균 수태율은 61.7%를 보였고, 미경산우 및 3산차 70.5%를 중심으로 4, 5산차의 경산우에서도 64.2%와 65.0%의 높은 수태율을 보이고 있는데 이는 산차를 거듭하면서 번식능력 불량축은 도태 혹은 비육으로 편입에 의한 결과라고 판단되며, 번식능력이 다소 우수한 개체들이 주로 선발되고 있음을 간접적으로 알 수 있었다.

직장검사 없이 자궁을 탐촉하여 음파 영역 화상을 Taverne 등(1985)의 방법으로 실시하였으며, 초음파 진단의 정확성을 측정하기 위한 방법(Smith, 1991)으로 실측과 최종 임신진단 확인을 통해 얻어진 결과는 Table 2에서와 같다. 임신이 되지 않은 경우는 발정이 도래했거나, 50일령 혹은 60일령에 직장검사를 실시하여 미임신을 확인하거나 아니면 최종적으로 분만이 이루어지지 않은 경우로 구분하여 조사하는데, 이번 실험에서는 첫 번째 방법으로 정확도 평가를 위해 적용하였다. 초음파 상으로 양수가 감지되거나, 양수의 상이 불규칙적으로 보일때, 자궁각의 비대등 비에코성의 검은 점들이 나타날 때는 임신으로 간주하였는데, Badtram 등(1991)은 30일 전후부터 태수가 자궁각 안에서 무반사 형태가 관찰되며, 태아배는 하얀 돌기형으로 관찰되며, 자궁각내에 국소성 원형 또는 타원형의 무반사성과 태낭을 임신 27일 전후로 관찰할 수 있었으며, 비임신각에서도 이때는 태수를 발견할 수 있고, 특히 Davis와 Haibel(1993), Pieterse 등(1990)은 이때의 태아를 자세히 관찰하면 반짝거리는 듯한 심장박동 확인도 가능하다고 보고한 자료 등을 근거로 확인하였다.

표 1. 산차에 따른 암소의 임신률

(Pregnancy ratio after artificial insemination by parity in cows)

Parity	No. of	Pregnancy ratio(%)
0	50	35(70.0)
1	43	25(58.1)
2	46	27(58.7)
3	27	19(70.3)
4	29	18(64.2)
5	20	13(65.0)
6	15	5(33.3)
Total	230	142(61.7)

Szenci(2004)는 25일령-26일령에서 임신 소의 2-5%가 비임신으로, 비임신소의 8.7-36%의 임신을 보고하고 있는 반면 Badtram(1991)은 23일-31일 사이 예민성과 특이성이 68.8%와 71.1%를, Piterse 등(1990)은 21일-25일령사이에서 예민성이 44.8%로 매우낮았으나, 특이성은 82.3%로 조사되었고, 26-33일령에서는 각각 97.7%와 87.7%로 매우 높은 정확도를 보인다고 한다. 물론 탐촉자에 따라서도 다르지만 수정후 11-16일 사이 예민성과 특이성이 각각 25%와 90%를, 17일 이후 부터는 현저히 증가하여 20일령에는 거의 100%에 도달한다고 한다(Boyd 등,1990 ; Kastelic 등, 1991).

표 2. 임신된 암소의 초음파 및 직장 검사의 정확도

(Accuracy of the ultrasound and rectal palpation for pregnancy diagnosis in cows)

			Days post-insemination	
			before 30 days	after 30 days
Diagnosis				
Ultrasound	Palpation			
+	+	a)	30	56
+	-	b)	23	11
-	+	c)	34	17
-	-	d)	45	64
No. of scans			132	148
No. of cows			60	70
Percent correct diagnoses(%)			56.8	81.1
Sensitivity *			46.9	76.7
Specificity **			66.2	85.3
+ Predictive value ***			66.6	83.6
- Predictive value ****			57.0	79.0

* Sensitivity : $100 \times a/(a+d)$

** Specificity : $100 \times c/(c+b)$

*** + Predictive value : $100 \times a/(a+b)$

**** - Predictive value : $100 \times a/(c+d)$

본 실험에서는 초음파를 이용한 임신진단 시기를 앞당겨보려고 하였지만 이를 극복하기에는 역부족이었으며 이에 따라 30일령 전, 후로 구분하여 실시한 결과 30일령 이전 측정치의 예민성 혹은 특이성이 46.9%와 66.2%를 보여 외국 보고에 비해 측정일령도 다소 늦어졌고, 정확도에도 많은 차이점을 보이고 있다. 다만 30일령 이후에는 76.7%와 85.3%를 보이고 있어 수정일이 경과할수록 정확도는 증가됨을 확인하였지만 진단의 정확성 56.8%(75/132)임을 감안할 때 처음 임신으로 판단한 것이 미임신으로 판단될 확률이 17.4%(23/132)로 나타나 초음파 측정에 따른 수정란 배사멸(Kastelic 등, 1991)을 의심할 수 있으며, 23%까지 발생하기도 하고(Chaffaux 등(1986), 임신중에도 약 8%까지 발생한다는 것과 비교할 때 중간 정도의 촉진 및 측정이 이루어진 것으로 판단된다.

또한 인공수정후 26 - 58일령 사이에 사멸이 이루어진다고 보고한 Hanzen 등(1987)은 수정란의 생존성은 약 7-40%이며, Pierson 등(1984a)은 배란후 3-4일까지는 자궁액의 증가로 인하여 이런 현상은 발정기 전후로 혹은 수정란의 초기 배사멸 시기에 발생하는 현상으로 임신 오진을 불러일으킬 수 있다고 보고하고 있고, 수정란의 초기 배사멸이 의심되는 부분은 조기임신진단도 중요하지만 물리적인 자극 혹은 내분비학적 수태를 저하를 방지하기 위한 노력도 함께 필요할 것으로 생각된다.

직장검사와 초음파 결과의 불일치에 대한 임신 상태의 결과는 상이한 부분이 있었다. 현재로서는 초음파 측정 기술에 대한 신뢰도가 다소 부족한 상태이며, 수정후 최소일령 임신감정을 위한 노력이 절실하다. 또한 자궁의 양적 변화를 정확하게 감지하여 표준화된 값을 제시하기 위한 데이터 축적이 무엇보다 필요하다. 정확도는 물론 초음파 측정에 소요되는 시간을 단축시킬 수 있는 노력과 초음파 측정으로 인한 유산이 발생되지 않도록 해야 할 것 같다.

나. 암소의 임신유무에 따른 태아 및 자궁의 발달

일반적으로 태아의 크기는 현장에서 획득한 후 저장된 자료를 사무실로 이동하여 분석을 하였다. 이들 암소를 축종별로 구분하여 그들 간의 상관관계를 규명하기 위하여 육성공태, 미경산우, 경산우 및 공태등에 대한 초음파 임신진단을 실시하게 되었고, 이들 화상을 이용한 자궁 내부의 임신자궁 특성 파악을 위해 자궁의 용적 및 태

아의 크기등을 평가자료로 취합하였다. 아래 그림은 임신된 자궁 혹은 태아의 크기를 측정하여 수정단계별로 성장속도등을 보여주는 영상자료이다. 이들 영상을 기초로 객관성 혹은 수치화를 통하여 표준화를 시도하였는데 초음파 임신진단의 보편적 기준(수치화)을 만들기 위하여 태아의 특성으로만 가능하지만, 자궁의 직경과 면적을 측정하여 태아의 발육상태를 확인 하였다.

미경산우 중 육성공태와 경산우 중 공태우는 수정을 실시한 후 6개월 이상 송아지를 갖지 못한 암소를 구분하여 조사하였으며 그 결과는 표 3에서 보는바와 같다. 육성공태의 임신시 변화를 살펴보면 시간이 경과해도 자궁의 발달이 활발하지 못하다가 임신으로 인한 태아의 성장도 더딘 것을 확인할 수 있었으나, 경산공태우의 경우 이미 자궁의 확장과 더불어 공태기간 동안 송아지 생존을 위한 충분한 영양소 공급이 이루어져 있었다. 그러나 임신된 모든 암소에서 태아 성장 속도는 일정한 비율로 진행되었으며 축종간 커다란 변이는 발견할 수 없었다.

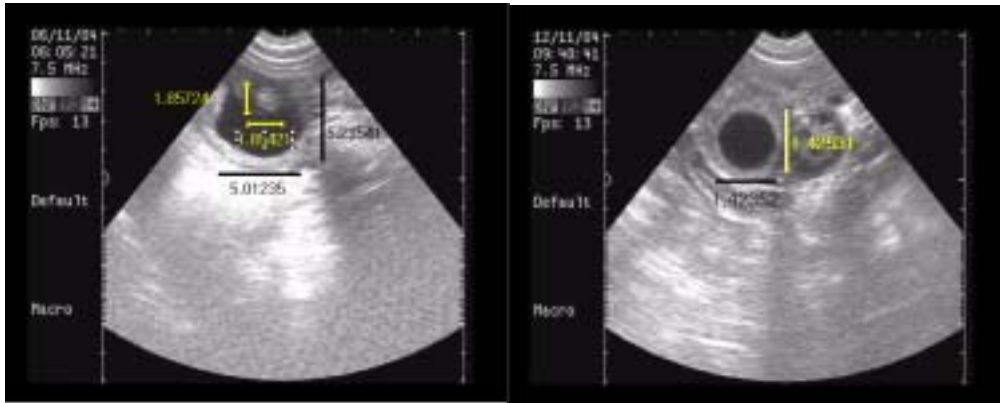
비임신 암소의 자궁각의 직경은 그림 1에서 보는 바와 같이 평균 2.5cm 안팎이었고, 임신 30일령을 기준으로 4.68cm임을 확인하였다. 또한 10일 간격으로 조사한 결과(그림 3, 4) 각각 약 5.88cm, 7.87cm로 일평균 15mm씩 자궁의 증식이 이루어졌음을 알 수 있었다. 즉 임신된 자궁에서의 태아 성장을 위한 호르몬 분비 및 조직의 변화를 통해 비대해지고 있음을 알 수 있었다. 한편 태아의 크기는 30일령 기준으로 약 1cm 였던 것이 50일령에는 평균 4.63cm로 성장하여 일평균 1.8mm 씩 발달하는 것으로 조사되었다. 이는 Pierson(1984)이 보고한 일 평균 성장속도가 2-3mm, Curran(1986)등은 2mm씩 자란다는 보고매우 유사한 성장 속도를 보이고 있는 것으로 조사되었다. 이는 축종을 불문하고 다른 품종 역시 태아의 발생 초기 성장 속도에는 큰 차이를 보이지 않는 것을 알 수 있었다.

표 3. 유형별로 초음파 측정된 임신 자궁과 태아의 크기 비교
(Comparison of pregnancy status with ultrasound in cow types)

Type	No. of cows	Days after AI	Fetus (cm) ± SD	Uterus (cm) ± SD
Primi-parous	10	30	0.81 ± 0.2	4.80 ± 0.1
		40	1.97 ± 0.3	6.01 ± 0.5
		50	4.40 ± 1.2	7.55 ± 1.2
Null-heifers	5	30	0.93 ± 0.5	4.72 ± 0.3
		40	2.13 ± 0.2	5.57 ± 0.6
		50	4.50 ± 0.4	7.23 ± 2.1
Multi-parous	8	30	1.12 ± 0.6	4.22 ± 0.5
		40	2.50 ± 0.7	5.53 ± 0.9
		50	4.71 ± 0.6	7.72 ± 1.5
Null-cows	7	30	1.05 ± 0.2	5.01 ± 0.4
		40	2.42 ± 0.5	6.42 ± 0.3
		50	4.91 ± 1.1	8.98 ± 1.4

따라서 본 조사자료에 의하면 30일령 이전에 초음파 진단시 임신 자궁의 검사는 농장체계에서의 정확성을 크게 높일 수는 없었고, 암소의 상태에 따른 상이점을 발견할 수 없었다(Badtram 등 1991), 다만 미경산우와 달리 경산우의 경우는 분만후 자궁의 회복정도를 확인해야 했으며, 자궁의 직경, 자궁내 내용물의 저류상태 등을 종합적인 판단이 필요할 것으로 판단되며, 본 표에서 얻어진 자료를 바탕으로 임신의 진위를 확인하는 좋은 자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

한편 그림 3에서 보는 바와 같이 55일령 임신된 암소의 자궁 내에서 요막에 둘러싸인 태아를 발견할 수 있었고, 그림 4는 임신 65일령과 70일령의 초음파 사진으로 개체의 머리, 척추, 다리, 제대까지 선명하게 구분될 만큼 정확한 영상을 얻을 수 있었다.



(A)

(B)

Fig. 1. Cross-sectional ultrasonogram image of uterine structure in non-pregnant cows Day 30(A) and pregnant Day 35(B).

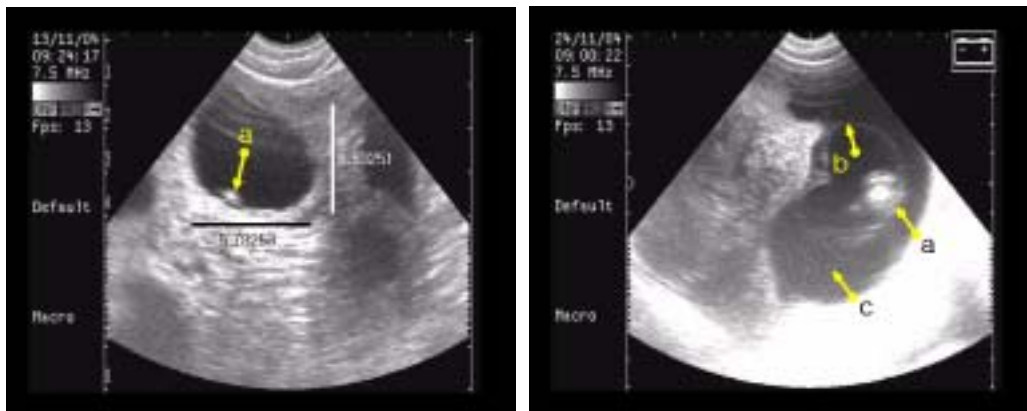
* Size : value of width & height lines



Fig. 2. Ultrasonogram of fetal structure in pregnant cows Day 30 days(A) and Day 35days(B) 7.5 MHz linner array transducer. Trasverse image of choronic cavity contained an embryo(round) Cross-sectional image of a pregnant uterine horn. Outer uterine diameter is marked by straight or cross lines.

* a; fetus(embryo proper), b ; uterus

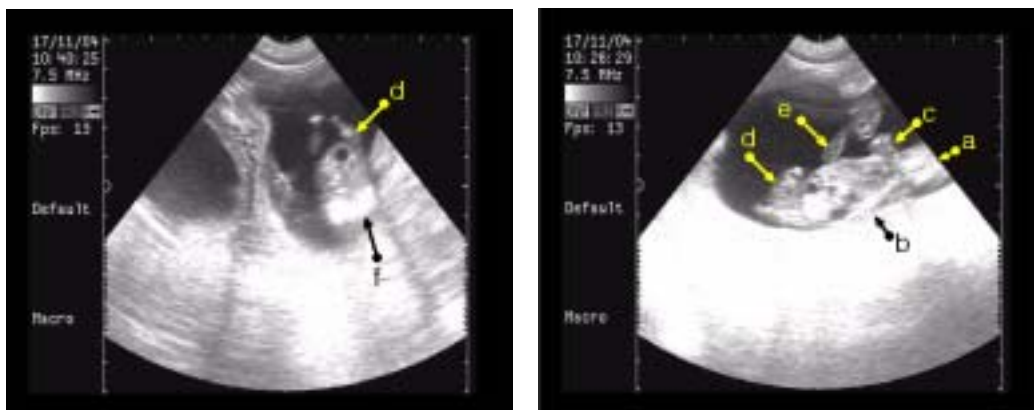
** Size : value of width & height lines



(A)

(B)

Fig 3. Ultrasonogram of fetal and extra-fetal structure in pregnant cows. Days 50(A), Days 55(B) : Cross-sectional image of a pregnant uterine horn.
 * a ; fetus head, b ; amnion, c ; uterine horn



(A)

(B)

Fig 4. Ultrasonogram of fetal and extra-fetal structure in pregnant cows. D 65(A) : D 70(B). Cross-sectional image of a pregnant uterine horn.
 * a : head, b : spinal cord, c : fore-limb buds, d : hind-limb buds
 e : umbilical cord, f : rump

다. 암소의 신체충실도

신체충실도는 미국 육우 개량협의회(BIF, 1996)에서 권장하는 1 - 9단계를 적용하였다. 야원정도에 따라 1-3, 적당한 단계는 4-6, 비만은 7-9 까지로 정하여 측정된 결과 Table 4와 같다. 인공수정에 앞서 총 230두의 암소를 대상으로 조사한 바 번식하기에 가장 적합한 4-6단계의 분포가 전체의 55.5%를 차지하고 있고, 극도로 허약하거나 비만을 보이는 단계인 1-2단계 혹은 8-9단계의 분포는 13.9%와 5.2%에 불과해 이 우군의 영양상태를 고려해볼 때 번식에 공여하는데 무리가 없을 것으로 예상되나 과도한 영양 결핍 혹은 과잉 개체의 집중적인 관리를 요할 것으로 판단된다.

Table 5은 Table 4에서 얻어진 결과를 바탕으로 신체충실도가 수태율에 미치는 영향을 조사한 자료이다. 모든 암소의 신체충실도를 수정시기 직전에 측정 한 후 자연발정을 기준으로 1회 수정으로만 임신된 암소들의 수태율이다. 전체 우군의 신체충실도를 조사한 후 이들 각각의 단계별로 조사한 바, 예상했던 대로 과도한 영양상태(8,9 단계)를 보이는 우군에서의 수태율이 50%(6/12)였으며, 허약우(1, 2단계)의 경우 40.6%(13/32), 신체충실도 4-6에서 보이고 있는 군의 수태율은 71.9%로 나타나 영양상태에 따른 수태율 차이를 인정할 수 있었다. Whittier 등(1993)은 신체충실도가 4이하의 경우 60일령 발정 발현률은 46%인 반면 5이상의 암소에서는 61%, 90일령의 경우 66%, 92%의 분만후 재귀 발정에 영양을 주어 수태율과 밀접한 관계를 맺고 있다고 하여 본 조사와도 일치하는 경향이였다. 이는 암소의 영양상태가 충분히 이루어져야 자궁의 회복 및 발정, 배란이 정상적으로 이루어짐을 알 수 있고, 유우의 경우도 마찬가지로 분만 후 발정재귀 속도가 영양도와 밀접한 관련을 보이고 있으나 분만과 함께 자연포유로 인한 영양적 손실이 크지 않은 것으로 나타났다.

표 4. 교배 암소의 신체충실도 분포
(Distribution of body condition score in cows)

BCS	No. of	Distributions(%)
1	15	6.5
2	17	7.4
3	41	17.8
4	50	21.7
5	41	17.8
6	37	16.0
7	17	7.3
8	9	3.9
9	3	1.3
Total	230	100

한편 Lents등(1997)이 보고한 분만 직후 젖소의 신체충실도에 따른 유즙성분의 변화와 이유시 체중에 관한 연구에 의하면 이유시 체중측정시 그 어떤 변화에도 영향을 주지 않는 것으로 보고하고 있으며, 유생산량은 송아지의 발육에 직접적인 영향을 주는 주요인(Rutledge 등 1971)이며, 미경산우의 첫 분만은 송아지 이유시 체중에(Spitzer 등 1995), 초임우에 제한적인 영양소 공급은 생시체중의 저하를 가져오나 난산에 미치는 영향은 없는 것(Bellow 등 1978)으로 보고하고 있다. 반면 Odde(1997)은 분만시 면역혈청을 조사한 바 영양도가 낮을수록 면역물질 포함이 적으며 신체충실도가 높을수록 면역물질을 다량 보유하여 송아지 분만시 혹은 이유시 체중에 많은 영향을 미치며, 너무 야윈 상태의 영양도는 난산률이 높아지고 송아지의 허약이 예측되는 것으로 조사되어 본 실험결과에서도 신체충실도 높을수록 수태율이 향상됨을 알 수 있었다. 즉 충분한 영양소 공급을 바탕으로 암소의 신체충실도는 발정재귀 및 배란에 많은 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 특히 영양상태가 불량한 개체에 대해서는 추가의 영양소 공급과 함께 각별한 사양관리를 요할 것으로 판단된다.

표 5. 암소의 신체충실도에 따른 임신률

(Pregnancy ratio according to the body condition score in cows)

BCS	No. of	Pregnancy(%)
1	15	6(40.0)
2	17	7(41.1)
3	41	21(51.2)
4	50	40(80.0)
5	41	27(65.9)
6	37	25(67.6)
7	17	10(58.8)
8	9	5(55.5)
9	3	1(33.3)
Total	230	142(61.7)

Table 6은 교배기에 앞서 수정 시점에서 임신된 142두의 암소를 산차별로 신체충실도를 먼저 조사한 후 임신일령별로 90일령 이전까지의 변화를 확인한 결과 평균 5.1-5.3으로 비교적 양호한 상태가 유지되고 있었다. 최종적으로 1회 인공수정후 임신축을 추적한 자료만 이용하였고, 재발정 도래축은 제외하였다. 임신일령별 신체충실도의 변화를 살펴본 바 산차와는 관계없었으나 임신된 후 근소한 신체적 변화가 이루어진 것을 알 수 있었으며, 특히 미경산우는 임신으로 인한 골격성장 및 체성장이 진행되고 있음을 알 수 있었다.

표 6. 년령에 따른 임신된 암소의 신체충실도의 변화

(Change of the body condition score according to the parity with pregnant cows)

Parity	No. of preg. cows	Change of BCS in pregnant cows after AI			
		30-49	50-69	70-89	90<
0	35/50	4.3 ± 0.8	4.2 ± 1.3	4.9 ± 0.7	5.1 ± 1.1
1	25/43	5.2 ± 1.2	5.3 ± 2.1	5.5 ± 1.5	5.5 ± 1.2
2	27/46	5.6 ± 1.3	5.6 ± 1.6	5.6 ± 1.3	5.6 ± 1.3
3	19/27	5.7 ± 1.0	5.5 ± 1.5	5.7 ± 1.0	5.7 ± 1.0
4	18/29	5.4 ± 1.4	5.6 ± 0.5	5.4 ± 1.4	5.4 ± 1.4
5	13/20	5.3 ± 1.1	5.2 ± 1.6	5.3 ± 1.1	5.3 ± 1.1
6	5/15	4.8 ± 1.2	5.0 ± 0.8	4.6 ± 1.5	4.8 ± 0.9
Total	142/230	5.19 ± 1.1	5.20 ± 1.3	5.29 ± 1.1	5.3 ± 1.1

경산우의 경우 분만을 거듭 할수록 신체구조 및 영양도의 변화가 있었고, 다소 적은 두수이기는 하나 6산부터는 점차 신체충실도가 저하되는 것도 조사되어 이들 고령우에 대한 영양 공급이 충분하게 이루어져 번식년환을 연장할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것으로 보인다. 특히 경산우에 있어서 송아지 포유로 인한 영양도 및 신체충실도가 저조를 보인다는 보고와는(Rutledge 등 1971 ; Spitzer 등, 1995) 다소 상이한 결과를 보이고 있는데 이는 젖소에서의 유즙 분비로 인한 과도한 영양적 손실은 육우에서는 이루어지지 않는 것으로 판단된다.

라. 암소의 육질 변화

수정시기에 도달한 암소의 분만 형태와 상관없이 신체충실도와 산육형질중 등심단면적과 등지방 두께를 육질 진단용 초음파를 이용하여 측정하였다. 이들 교배 암소의 교배시기에 평균 등심단면적은 $62.7 \pm 10.2\text{cm}^2$, 등지방두께는 $5.3 \pm 3.2\text{mm}$ 인 것으로 조사되었고, 번식에 참여하기 적당한 신체충실도 4, 5, 6인 암소에서 등심단면적과 등지방 두께가 두껍다는 것을 확인하였다. 반면 신체충실지수가 3이하의 암소에서는 $51.6 \pm 8.7\text{cm}^2$, $2.4 \pm 1.7\text{mm}$ 에 달했고, 7이상의 암소의 경우 지속적으로 넓어져 $67.4 \pm 9.4\text{cm}^2$, $4.9 \pm 3.2\text{mm}$ 에 달하고 있다.

표 7. 암소의 신체충실도별 도체특성

(The economic traits according to the body condition score in cows)

BCS	No. of	Carcass traits*	
		EMS (cm^2)	BF (mm)
1	15	45.9 ± 11.1	2.2 ± 2.4
2	17	45.6 ± 7.5	1.6 ± 1.1
3	41	51.6 ± 8.7	2.4 ± 1.7
4	50	57.2 ± 9.0	3.6 ± 2.2
5	41	61.8 ± 9.2	4.8 ± 2.6
6	37	65.1 ± 8.8	5.3 ± 3.1
7	17	67.4 ± 9.4	4.9 ± 3.2
8	9	70.0 ± 9.2	5.1 ± 3.9
9	3	76.4 ± 7.6	6.1 ± 4.3
Total	227	62.7 ± 10.2	5.3 ± 3.2

* EMS : Eye-Muscle Area BF : Back Fat Thickness

신체충실도가 좋을수록 육질과 관련된 근내지방 함량이 높았으며, 육량을 결정하는 등지방두께 역시 정의 상관관계를 이루고 있는 것으로 조사되었다. 하지만 여전히 군사로 인한 개체 차이가 과한 혹은 빈약한 관리로 심하게 나타난 것으로 추측되며, 신체충실도가 낮은 우군의 추가 영양소 공급방법을 강구하여 수정하기에 적합한 우군 조성이 필요하다.

한편 한우 암소의 발육형질과 도체형질에 관하여 Harada(1995)는 10여년간 일본 화우를 조사한 바, 육질의 경우 최고 정점에 도달하는 시기는 3-5산재, 즉 5세를 기준으로 정점에 달 한다고 보고하고 있으며, 일반적인 관리상에서 7산재 부터는 지방의 감소가 눈에 띄게 감소하고, 아울러 등심단면적도 작아진다고 보고하고 있다.

Table 8은 임신한 암소의 신체적 변화에 따른 육질진단을 확인한 바 모든 암소에서 임신이 진행되면서 점차 체중이나 육질의 변화를 기대 했으나 감지할 수는 없었다. 수정초기 모든 암소의 등심단면적 평균이 62.7cm², 임신 30일령 암소는 62.1cm²로 큰 차이를 보이지 않았으나, 등지방두께에서는 5.3mm였던 것이 임신 30일령에는 4.86mm으로 등지방 두께의 감소를 확인하였다. 임신 60일령에도 임신30일령과 비교해 볼 때 모든 군에서 변화를 인정할 수 없을 정도로 임신으로 인한 단기간동안 산육형질의 변화는 일어나지 않는 것으로 조사되었다.

표 8. 암소의 임신기간중 도체특성의 변화

(Changes of economic traits according to the body condition score in pregnant cows)

BCS	No. of preg.	Days 30 on pregnancy		Days 60 on pregnancy	
		Eye-Muscle Area(cm ²)	Back Fat Thickness(mm)	Eye-Muscle Area(cm ²)	Back Fat Thickness(mm)
1	9/15	57.2 ± 10.1	2.7 ± 1.9	59.2 ± 15.1	2.6 ± 1.9
2	11/17	47.5 ± 9.2	3.5 ± 2.0	48.1 ± 5.6	3.7 ± 1.5
3	23/41	53.2 ± 6.5	5.2 ± 2.0	54.5 ± 9.4	5.3 ± 1.7
4	29/50	56.3 ± 8.5	4.0 ± 1.9	56.5 ± 5.5	4.2 ± 3.2
5	22/41	63.9 ± 8.0	4.5 ± 2.1	63.0 ± 8.7	4.7 ± 1.8
6	20/37	67.0 ± 7.5	5.3 ± 2.9	66.1 ± 7.9	4.9 ± 3.0
7	5/17	67.4 ± 9.4	6.3 ± 3.2	67.4 ± 9.4	6.4 ± 3.2
8	4/9	68.0 ± 8.6	5.5 ± 3.9	71.4 ± 8.5	5.4 ± 2.5
9	2/3	78.6 ± 9.2	6.7 ± 5.5	79.6 ± 10.2	6.5 ± 5.2
Total	125/230	62.1 ± 6.1	4.86 ± 2.0	62.8 ± 6.4	4.86 ± 1.9

본 연구에서는 추가적인 조사가 이루어지지 않았지만 신체충실도는 교배기에 비해 임신이 되면 분만기때 약 1포인트 정도 상승한다고 보고하고 있다. 이런 상태의 영양상태가 유지되어야 건강한 송아지 생산과 함께 자궁회복도 빨라지고, 수태율도 향상되며, 최종적으로는 분만간격 축소로 인한 경제적 소득을 가져다 준다고 한다. 따라서 암소의 영양관리 상태가 적절하게 이루어진 우군에서의 수태율 증가를 기대하는 것은 너무도 당연한 일이다.

본 자료를 조사하게된 것은 임신을 통한 신체적인 변화를 초음파를 이용해 확인함으로써 적절한 사양관리가 이루어질 수 있도록 하기 위함이며, 적절한 영양소 공급으로 분만간격을 단축하고, 건강한 송아지 출생이 이루어질 수 있는 기초자료를 제공하고자 수행하였으며 초음파 진단 육질 평가를 주기적으로 실시함으로써 임신에 따른 우군 분류와 함께 최상의 관리조건을 구성하고 자칫 수정시기 영양도 저하로 인한 임신률 저하를 방지하고자 한다. 비록 육질진단과 신체충실도가 정확한 임신진단을 판정하는데 이용되는 수단도 아니고, 가축의 개량정도를 평가하거나 선발지수와 같은 유전적 개량량을 측정하는 방법으로 이용은 불가능하지만, 우량 암소의 선발과 함께 건강도 유지 및 우량 송아지 생산을 기대할 수 있고, 분만간격을 줄여 농가소득의 기본이 될 수 요인임에는 틀림이 없다.

제 3 절 DICOM기술을 이용한 육질진단과 조기임신진단 통합시스템 개발.

1. 서론

본 연구는 육질진단기술과 임신진단에 필요한 기술을 제공하는데 그목적을 두고 임했으며, 이를 위하여 다양한 초음파진단기를 대상으로 한 호환성 확보와 영상의 동질성 확보, 축산현장 환경을 고려한 편이성과 간편성 확보, 실시간 영상의 전달 및 저장 기능 확보, Text정보의 필수항목 분석 및 입력 Tool의 구현, 영상판독을 위한 다양한 기능의 구현, 정보의 전송기능 확보, 정보의 중요성을 감안한 저장된 정보의 복구기능 확보와 보안성 확보, 정보의 검색 조회기능 구현, 정보의 기초적인 분석을 위한 분석 도구의 구현 등을 연구의 주안점으로 두고 연구에 임하였다.

2. 연구 및 수행 방법

가. 연구개발의 주안점

1). 초음파진단기의 호환성 확보.

- 국내에 도입되어 사용되어지고 있는 초음파진단기 전체를 대상으로 실험을 시행하였다. 시험 대상 진단기로는 메디슨의 SV-900와 SV-2000,, ALOKA의 SD-500, Pie scanner 100 palco, FHK의 SUPER Eye MEAT, EASYMEDICS의 SS-300기종을 대상으로 실험을 하였다. 그 결과 Pie scanner 100 palco 기종은 전파전송방식이 다른 기종과 달리 PAL방식을 사용함으로써, 타 기종과는 다른 형태로 영상을 수신하여야 하였고, SD-500의 기종과같이 USB Port를 이용한 영상신호의 전달 시에는 영상의 전송속도와 동질성이 결여됨을 확인하였다.

2). 영상의 동질성 확보

- 영상의 동질성은 본 연구의 핵심 분야로써, 각 기종으로부터 발신된 영상신호를 동일한 영상으로 컴퓨터에 저장하는데 주안점을 두었다. 의료분야에서 사용되어지고 있는 초음파진단기나 CT나 MRI등은 Digital영상신호를 송출하는 방식이나, 현재 축산 현장에서 사용되어지고 있는 초음파진단기는 모두 Analog 형태의 영상신호를 발신하고 있으며, Analog 영상신호를 컴퓨터에 저장하기 위해선 Digital 신호로 변환하는 장치가 필요하였다. 그 방법으로 PIXELINK사의 PL-544와, CANOPUS의 ADVC-100, PINNACLE의 MovieBOX 등의 영상수신장치를 대상으로 실험하였으며 이를 통해 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

3). 환경에 맞는 간편성과 편의성 확보.

- 초음파촬영 현장인 농가의 환경은 매우 열악하여, 장비의 간편성과 편의성을 확보하지 않으면 현장에서 활용할 수 없으므로, 현장에서 편리하게 초음파 영상을 획득할 수 있는 방안을 확보하는데 주안점을 두었다. 그 방법으로 컴퓨터는 휴대가 가능한 노트북을 이용하였으며, 영상 수신방법으로 USB Port를 이용한 방법

과, IEEE1394 Port를 이용한 방법을 병행하여 실험하였다. 그 결과 USB Port를 이용하는 방식은 편리성 부분에서는 유용하나, 영상의 동질성이 보장되지 않아 시스템을 구성하는 방법으로는 배제하였다. 또한 초음파진단기와 노트북과의 원거리 영상수신이 가능하도록 무선 영상수신장치를 이용하여 영상을 수신하고자 하였으며, 이를 통해 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 현장에서 기술적, 환경적 요인으로 인해 정확한 영상정보를 확보하기 어려운 경우를 감안하여, 동영상을 저장할 수 있는 방안을 연구하였다.

4). 실시간 영상의 전달 및 수신 기능 확보.

- 초음파진단기로부터 보내진 영상신호를 실시간으로 수신하는 기능은 현장성과 편의성과 동질성의 확보의 근간이 되는 기술로써 초음파진단기에서 보여지는 영상정보를 실시간으로 노트북으로 확인하면서 동시에 저장하는 방안에 대하여 연구하는데 주안점을 두었으며 만족할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 영상 정보는 Image 한장당 크기가 1MB에 이르러 영상을 지속적으로 저장하는 경우 현재의 노트북이나 컴퓨터로 저장하는 경우 많은 메모리 용량이 수반되고, 비용이 많이 들 것으로 예상되어 영상을 압축하여 저장하는 방안을 연구하였다.

5). Text정보의 필수항목 분석 및 입력 Tool 구현

- 수집된 영상정보를 관독하기 위해서는 Text정보 등의 필수항목이 필요하며, 이를 위해선 관독에 필요한 분석에 필요한 한우의 필수 항목을 분석하여, 영상정보와 함께 수집 입력 저장할 수 있는 방안을 연구하였으며, 이를 통해 정보의 수집 과정에서의 업무 표준화를 이루고자하는데 주안점을 두었다. 이렇게 수집된 Text정보는 영상정보 분석 시에 관독 보조 자료로서의 필수요소로서의 역할을 하게 된다.

6). 영상정보의 관독을 위한 관독도구의 구현

- 수집된 영상을 정확하게 관독하기 위해서는 다양한 형태의 측정도구들이 사용되어 있는데 이를 구현하기 위해서 여러 가지의 측정도구들을 시스템내에 내장함으

로써 전문성과 정확성을 확보하고자 하였다. 즉 등지방 측정도구 등심단면적 측정도구, 근내지방도 측정 보조도구 등을 이용하여 시스템내에서 측정을 완료할 수 있도록 설계하였으며, 사용자의 편의성 확보를 위한 GUI설계에도 주안점을 두었다.

7). 정보의 전송기능 확보

- 수집 저장된 정보의 분석과 정보 공유를 위해 편리하게 정보를 송수신할 수 있는 방안을 연구하는데 주안점을 두었으며, 이를 위한 방안으로 영상정보의 압축 전송 방식 연구와 전송시간의 단축, 전송방식의 편리성 확보 등을 위해 연구하였다.

8). 정보의 복구기능과 보안성 확보

- 저장된 정보는 많은 노력으로 인해 얻어지므로 이러한 정보의 중요성을 감안하여 정보의 훼손과 분실 등의 경우를 대비한 방안을 강구하게 되었고, 그방안으로 간편하게 정보를 Back Up할 수 있도록 하고자 하였다. 즉 얻어진 정보의 백업방안으로 CD에 Image를 저장하여 보관하면 정보의 분실이나 훼손 시에 Image를 입력하면 Text정보를 포함한 모든 정보가 복구되어질 수 있도록 설계하고자 하였다. 또한 타인의 침입등으로 인해 정보가 왜곡되거나 유출되는 경우를 대비하여, 본 시스템 이외의 방법으로는 영상정보뿐 아니라 Text정보를 열람할 수 없도록 설계하여, 보안성을 강화하고자 하였다.

9). 정보의 검색 조회기능 구현

- 저장된 정보를 편리하게 검색, 조회할 수 있도록 설계하여, 영상정보와 Text정보를 동시에 분석할 수 있는 Tool을 구현하고자 하였으며, 이를 통해 다양한 형태로 정보를 비교 분석할 수 있도록 하였다.

10). 정보의 기초적인 분석을 위한 분석 도구의 구현

- 시스템 사용자의 저장된 Data의 활용도를 높이기 위해서는 한우개체의 필수요소 간의 상호관계를 쉽게 파악하고, 이를 수치화할 수 있는 도구가 필요하다. 예를 들면 사료와 육질간의 상관관계, 산차수와 육질과의 상관관계, 질병과 육질과의 상관관계등을 쉽게 파악하고 분석함으로써, 농가에게는 적절한 사양관리 지도가 가능하고, 효율적인 한우개량 업무를 수행할 수 있도록 지원하는데 초점을 맞추었다.

11). 한우 육질 자동판정 시스템 개발.

- 육질자동판정시스템의 개발은 기존의 관능적인 방법으로 육질을 판정하던 기법을 계량화함으로써 좀더 객관적이고, 보편적으로 사용할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였다.

나. 연구 수행 방법

1). 1차년도

1차년도에는 위에서 설명한 기본 요건들을 바탕으로 다음과 같은 업무를 수행하였다.

- 시스템 설계의 기본이 되는 초음파 업무 Flow Modeling을 위해 초음파 업무 현장상황의 파악과 각각의 업무 수행 절차에 따른 문제점 파악에 주력.
- 축산 현장 상황을 고려한 기본적인 기술 적용 방안 설계
- 초음파 업무에서 얻어지는 정보의 수와 양 분석 설계
- 초음파 업무에서의 정보 수집과 저장 관리 현황 파악
- 정보의 입력 항목 설정
- 정보의 입력 절차와 저장 및 판독, 전송 등의 절차 분석.
- 정보의 입력 및 저장 전송방법 기획
- 초음파 진단기의 기종별 사용방법 및 기능 분석 (5개 기종)
- 초음파 진단기의 기계적 특성 분석

- 영상 저장 장치 선택 (Note Book or Desk Top)
- 영상 변환 장치의 기능 및 기종 선택 (영상수신 장치)
- 영상 수신 방법의 선택 (USB or IEEE1394 Port)
- 기본적인 DB 설계
- 정보 입력 도구 및 판독 도구 기획
- GUI 설계
- 정보 분석도구 설계 및 기획
- 프로토타입의 시스템 설계 및 개발

2). 2차년도

2차년도에는 프로토타입의 시스템의 문제점과 보완사항을 강화하고, 임신진단 시스템의 개발과, 1차년도의 연구에 의하여 얻어진 결과를 기초로 육질 자동판정 시스템의 개발과, 통합시스템의 개발에 주력하였다.

- 프로토타입 시스템의 문제점 파악
- 정보 입력 항목의 변경 및 추가
- 정보 변경에 따른 DB 설계변경.
- 정보의 백업을 위한 CD저장 방법 개발.
- 정보입력의 GUI변경 및 추가
- 정보 입력 방법의 변경 및 추가
- 판독도구의 변경 및 기능 추가
- 영상정보 판독창의 GUI 변경
- 영상수신카드의 다양화 시도
- 컴퓨터 기종에 따른 문제점 발생과 이의 수정
- 정보입력의 GUI변경 및 추가
- 정보 입력 방법의 변경 및 추가
- 정보 검색 및 조회 항목 변경 및 추가에 따른 검색 조회화면 변경
- 초음파 촬영시 장비의 간소화를 위한 시제품 제작 적용 (당진 & 양평)
- 임신진단 시스템 개발
- 육질자동 판정 시스템 개발.
- 통합시스템 개발

2. 연구 결과.

가. 정보의 입력과 초음파 촬영 시스템 구현

1). 정보의 입력

- 정보 입력의 업무 FLOW 분석에 의해 개발 된 시스템은 아래 그림과 같다.
- 정보를 입력하는 순서는 농가정보 입력 -> 개체정보 입력 순으로 한다.
- 개체정보는 개체의 기본정보(바코드번호, 성별, 축종 등)와 추가정보(질병, 촬영정보, 수정/분만정보 등)로 구분하여 입력한다.
- 농가정보와 개체정보는 향후 초음파 영상과 함께 개체의 정보를 분석하는 기초자료로 활용된다.
- 개체의 정보는 육질진단과 임신진단 관리프로그램에서 분석에 필요한 항목을 입력할 수 있도록 구성

그림1. 농가정보 입력창

그림2. 개체정보 입력창

그림3. 과 그림4.는 입력 저장된 농가정보와 개체정보를 검색 조회 수정할 수 있도록 구성함으로써 정보의 변경 시나 추가 시, 그리고 초음파 촬영 시의 업무 편의성을 확보하고자 함..

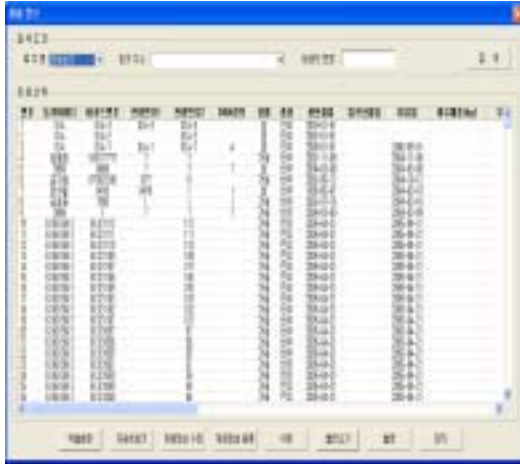


그림3. 농가정보 조회 창

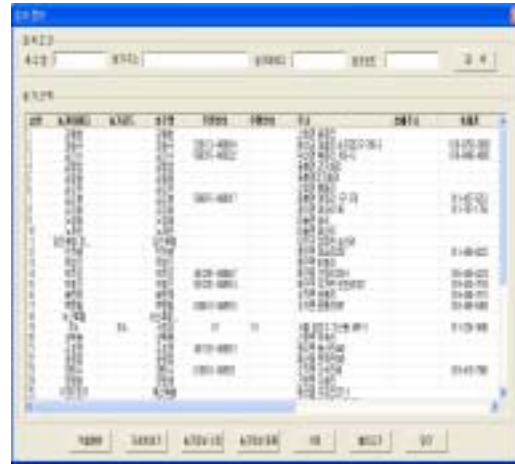


그림4. 개체정보 조회 창

2). 초음파 촬영

- 초음파진단기와 영상수신기와 노트북을 연결한다.
- 초음파 촬영할 대상개체를 위의 그림4.의 개체정보 조회창에서 선택한다.
- 초음파 촬영을 시작하면 초음파진단기에서 보여지는 화면이 아래그림5.와 같이 노트북에 표시된다.



그림5. 초음파 촬영화면



그림6. 초음파 영상 저장 및 전송화면

- 그림5에서와 같이 노트북에 표시된 화면을 보면서 정지 영상을 획득한다.
- 초음파 영상의 크기는 1MB이나 저장하는 과정에서 약 300KB로 압축하여 저장한다.
- 초음파 영상은 개체의 정보(Text정보)와 함께 결합되어(DICOM기술) 저장된다.
- 그림6.에서와 같이 획득한 영상을 노트북에 저장하거나 타 기관으로 전송한다.

나. 정보의 검색 및 조회와 전송기능 구현

1). 정보의 검색 및 조회

- 저장된 개체의 Text정보와 영상정보를 아래그림7.과 같이 조회한다

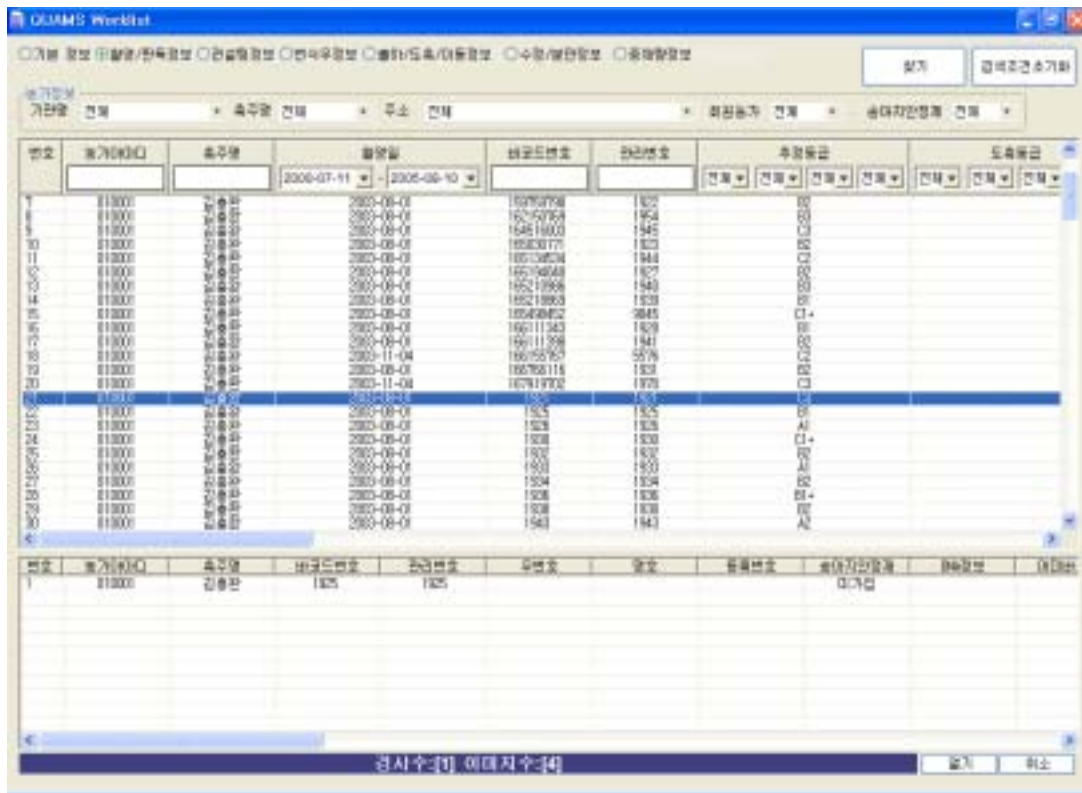


그림7. 정보의 검색 및 조회

- 저장된 정보를 빠르고 손쉽게 검색하기 위하여 농가아이디, 축주명, 성별 바코드번호 등의 검색조건을 입력하여 조회할 수 있다.
- 성장단계별 육질등급의 변화 등을 파악할 수 있도록 구성.
- 질병이나 사료 등의 요소들에 의한 육질등급의 변화를 파악할 수 있도록 구성
- 임신일령별 태아의 크기와 자궁의 면적 변화를 파악할 수 있도록 구성.
- 모개체와 자손의 형질을 동시에 비교할 수 있도록 구성.

2). 정보의 전송

- 저장된 개체를 선택하여 타기관에 전송한다. 그림8.
- 전송 시에 개체의 Text정보나 Image만을 선택하여 전송하여도 개체의 모든 정보가 동시에 전송된다(DICOM 기술 적용).
- 전송하고자하는 기관의 정보를 미리 입력한 후 전송하고자 하는 기관을 선택한 후 전송한다.
- 전송 속도는 네트워크 상태에 따라 약간의 차이가 있으나, 한 개체당(이미지 5장 기준= 1.5MB) 약 5초의 시간이 소요됨.

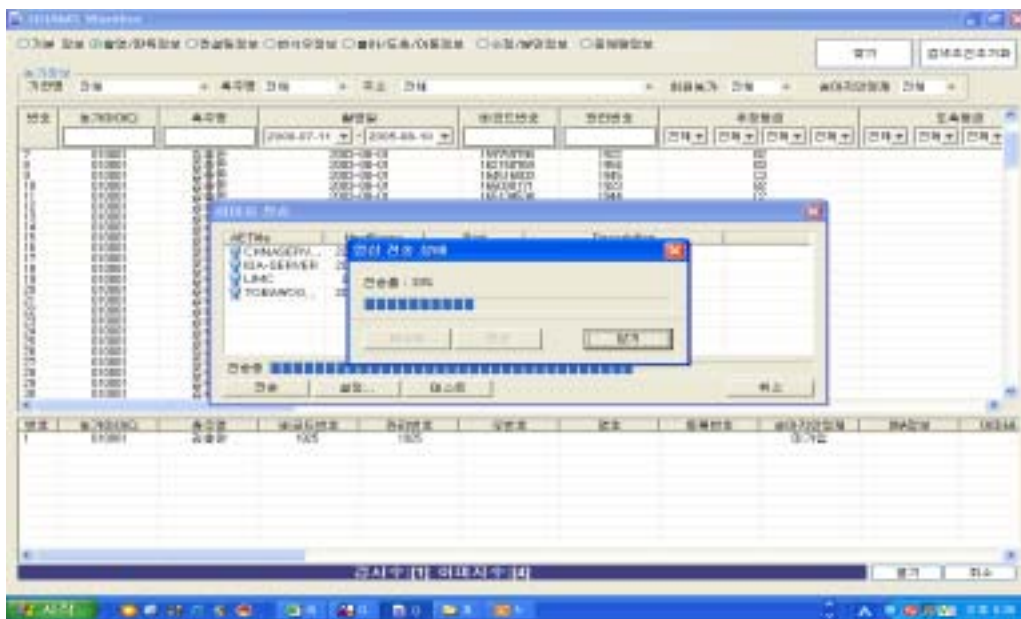


그림8. 저장된 정보의 전송

다. 초음파영상 판독기능 구현

1). 육질 수동판독시스템

- 판독하고자 하는 개체를 위의 정보 검색화면(그림7.)에서와 같이 선택한다.
- 판독하고자 하는 개체의 영상이 아래 그림9.와 같이 판독화면에 표시된다.
- 개체의 정보(Text정보)가 초음파 영상에 함께 표시된다 (DICOM기술)
- 영상을 확인하면서 판독도구를 이용하여 육질을 판독한다.
- 판독값을 입력함과 동시에 육질판독 추정 값이 표시되며, 이를 저장한다.
- 판독된 추정등급은 다시 Image와 결합되어 저장된다(DICOM 적용)

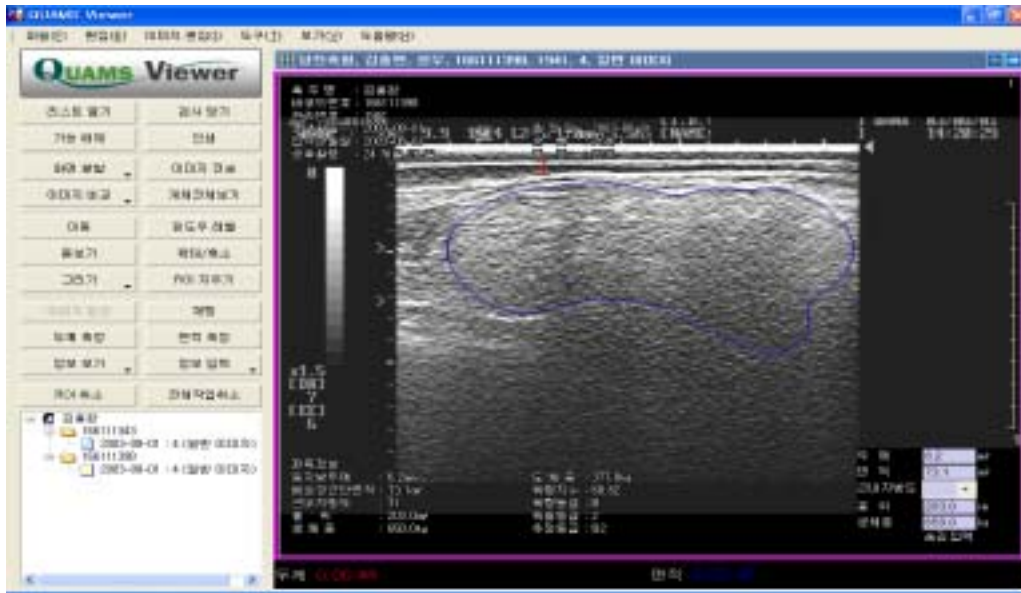


그림9. 영상판독화면

2). 육질 자동판정 시스템

- 육질자동판정은 근내지방도 값을 아래와 같은 방법으로 자동 계산함을 말한다.
- 육질 자동 판독을 위해서는 그림의 1번 부위를 1차적으로 선택한다.

- 1번 부위의 면적을 설정하면 자동으로 2번부위의 값을 내부적으로 자동 측정하게 된다.
- 육질자동판정시스템은 아래의 그림과 같이 1번 부분과 2번 부분의 면적 내에 분포하고 있는 Gray level 분포 값을 분석하여 아래와 같은 수식에 의하여 계산한다.
- 개발 수식

$$\text{IMF}(\%) = -11.54157 + (0.41210 * bP) + (0.27310 * cP) + (0.00073469 * eR) + (1.15631 * gP)$$

IMF : 조지방 함량(%)

bP : 그림 1내에서 gray level 25-49 가 차지하는 비율(%)

cP : 그림 1내에서 gray level 50-74 가 차지하는 비율(%)

gP : 그림 1내에서 gray level 150-174 가 차지하는 비율(%)

eR : 그림 2내에서 gray level 100-124가 차지하는 Pixel 수

$$Y = -8.52987 + [0.38197 * \text{IMF}(\%)] + [0.08642 * \text{UEMA}]$$

Y : 근내지방도

IMF : 조지방 함량

UEMA : 그림 1의 면적(cm²)

- 육질 자동 판독의 예 그림10.

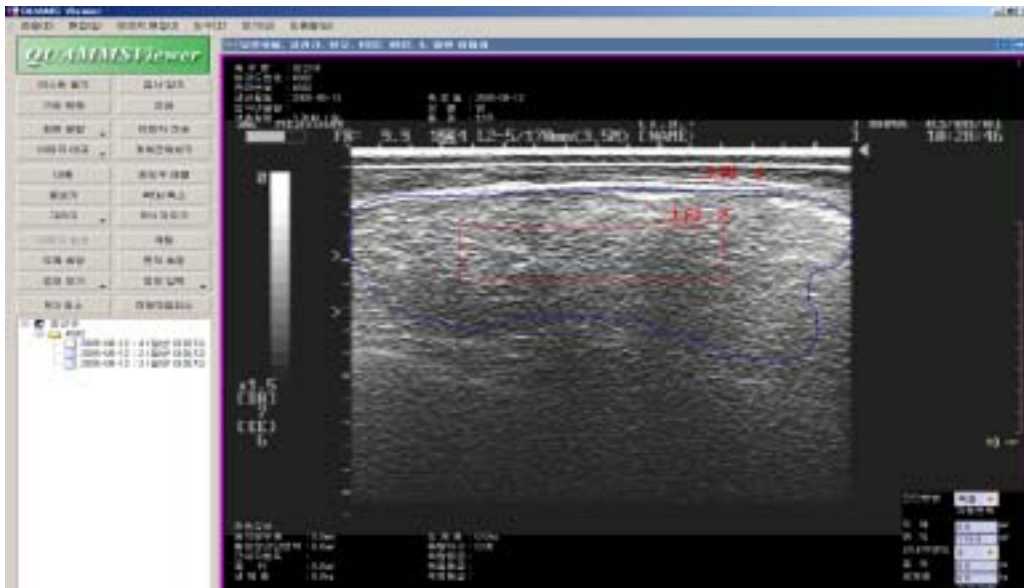


그림 10. 육질자동판정 시스템.

라. 번식우의 임신진단 프로그램

- 육질진단시스템과 같은 방식으로 초음파영상을 판독하여 임신여부를 판독한다.
- 임신진단에 필요한 판독도구는 태아의 크기, 태아두부의 직경 자궁의 면적 등을 측정 값으로 하여 임신여부를 판정한다.
- 번식우의 관리프로그램의 필수항목으로는 인공 수정일 어미바코드, 산차수, 종모우 정액번호 등과 신체충실지수, 육질추정등급의 변화 등을 비교분석하여 번식우의 사양 관리를 효율적으로 수행할 수 있도록 구성.
- 임신진단 시스템의 판독화면은 아래의 그림11.과 같이 구성되어 있다.



그림11. 번식우의 임신진단 프로그램(자궁 및 태아 크기 입력화면).



그림12. 번식우의 임신진단 프로그램(자궁 및 태아 면적 입력화면).

한우의 육질진단 프로그램과 임신진단 프로그램의 통합시스템의 연구개발의 핵심은 DICOM기술의 응용이란 측면과 함께, 사용자 위주의 편의성과, 일선 축산관련 종사자들의 업무표준화와 효율성 제고, 농가에 대한 적합한 사양관리 지도를 통한 농가의 소득 증대를 도모할 수 있는 방향으로 진행하였으며, 이와 함께 한우개량의 효율적인 업무수행을 가능하도록 지원하는 것에 초점을 맞추었다. 나아가서는 향후 양돈의 육질진단, 가축의 질병진단, 소동물의 질병진단 분야 등 타 축산분야에 기술을 확대 적용할 수 있는 기틀을 마련하고자 하였다. 이를 통해 국내 축산업의 경쟁력 강화와 축산관련 정보처리 기술의 선진화를 이루고자 하는데 그 의미가 있다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절. 초음파영상을 이용한 비육우의 관리체계 및 육질자동판별시스템 개발

본 연구의 목표는 초음파 영상정보를 이용한 육질 자동판별 시스템과 효율적인 비육우 관리 체계를 개발하고자 수행하였다.

1차년도는 육질 자동판별 기술개발을 위한 기초 연구로써 초음파 진단을 하고 있는 기관의 초음파 영상자료와 관련된 개체정보(혈통, 발육 및 도체자료 등)를 수집하였으며, 한우 거세우를 대상으로 초음파 진단을 실시한 후 이들 개체에 대하여 도체성적을 수집하고 등심조직의 샘플을 확보하여 지방함량을 분석하였다. 육질 자동판별을 위한 수단으로 초음파 화상의 echo 특성을 Decision tree 기법을 통하여 분석을 실시하였다. 효율적인 비육우 관리프로그램 개발은 최적의 초음파 화상 획득을 위한 화상정보의 표준화 작업을 완료하였고, 초보자가 쉽게 화상을 판독할 수 있도록 근내지방도별 표준화상을 제시하였다. 또한 한우 거세우에 대하여 성장단계별 도체형질의 변화 과정을 초음파 진단을 통하여 우리나라에서 가장 많이 쓰이고 있는 3개의 기종에 대하여 성장단계별 표준화상을 제시하였다.

2차년도는 육질 자동판별 기술개발을 위하여 수집된 초음파 화상과 등심조직의 지방 함량(%)으로 Diagram 분석 기법을 이용하여 육질 판별의 자동화 기반을 마련하였다. 또한 효율적인 비육우 관리프로그램 개발은 거세 한우에 대하여 생후 12개월령부터 31개월령까지의 등지방두께, 등심단면적 및 근내지방도의 발육 곡선을 제시하여 농가에서 출하시기를 결정하는 자료로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

제 2 절 번식우의 조기 임신진단과 관리프로그램 개발.

본 연구는 2년간의 연구를 수행함에 있어서 1차 년도는 암소의 기본적인 번식정보 수집과 함께 수정여부 및 임신유무에 따른 자궁의 구조, 태아의 존재 여부를 확인하고, 이를 관독할 수 있는 기술력 향상을 위한 기초 실험을 수행하였다. 과학적이고 객관적인 영상자료 획득을 위해 농협중앙회 가축개량사업소, 인근 지역축협 생축장 3곳 및 다두사육농가 5농장에서 사육중인 암소 약 300두를 대상으로 수집하였다. 아울러 동일한 프로그램을 이용하여 서로 다른 탐촉자로 이들 암소의 기본적인 육질 진단과 함께 신체충실도를 측정하였다. 초음파 측정 기기의 적용과 함께 임신진단과 육질 진단 프로그램의 연계성 구성시스템 응용을 위한 기초 프로그램 개발을 위한 자료 제공 및 실험에 역점을 두었으며, 반복적인 영상물 획득을 위하여 각 시기별 생식기의 구조, 태아의 변화 및 육질진단과 신체충실도를 측정하였으나 자료의 통계분석이나 평가는 이루어 지지 않았다. 위 실험 결과에서 얻어진 자료를 이용하여 호환성 전산화 프로그램이 설정되었으며, 이를 보완하면서 최상의 결과를 평가 분석할 수 있도록 기본 프로그램 개발이 이루어졌다. 2차 년도에는 당 연구과제의 최종 목표인 조기 임신진단 기술 및 생리주기별 특성 파악을 실시하게 되었고, 이에 따른 암소의 육질 변화의 특성 및 신체충실도에 따른 수태율 조사와 함께 번식능력을 평가할 수 있는 자료 구축에 역점을 두었다. 1차 년도에 실시했던 자료를 근거로 2차년도의 자료를 역으로 추정하면서 암소의 번식능력 추이를 파악하는 과정을 거쳤으며, 이들 수집된 자료는 이미지 관독(Reading), 자료공유 및 정보 공유를 위한 전송(Transferring), 농가 컨설팅을 위한 자료 인쇄(Paper Printing), 자료 보관을 위한 문서화(Documentation)가 실현되었으며, 무엇보다도 다양한 축종의 초음파 기기를 동일한 프로그램으로 활용할 수 있도록 하였으며, 육질 진단 프로그램과 함께 사용함으로써 번식우의 사양관리에가 효과적으로 수행할 수 있게 되었다. 한편 초음파 영상 관련시스템의 한계성을 극복하기 위하여 쌍방의 자료공유 시스템이 도입되었으며, 암소의 경제형질인 번식관련 초음파자료를 근거로 한우 개량 및 경쟁력 확보가 가능하게 되었다. 통합영상정보시스템 활용한 자료추적 및 정보공유를 통해 지금까지 자료(Data)로서의 한계성 및 업무의 표준화와 통합을 이루어 한우개량에 소요되는 개량속도의 단축 및 경제성 획득으로 국가 경쟁력을 높이고자 실시하였다.

제3절. DICOM기술을 이용한 한우생체 육질진단과 조기 임신진단 통합시스템 개발

초음파진단기를 이용한 육질판정 기술은 이미 수년 전부터 사용되어져 왔으나, 데이터의 축적이 이루어지지 않음으로써 데이터를 활용한 연구가 미흡하였던 것이 사실이다. 이에 초음파영상을 기초로 다양한 연구로 다양한 연구와 기술 개발을 통해 축산업의 발전에 기여하고자 함에 이번 연구의 목적이라 할 수 있겠다. 이를 위하여 본 연구에서는 그동안 이루어져 온 초음파 업무의 흐름에 적합한 다양한 기능을 구현하였고, 이로써 초음파 업무의 표준화라는 중요한 성과를 이룰 수 있었다. 1차년도 연구기간에 목표로한 영상의 동질성 및 화환성 보완성 문제와 프로토 타입의 프로그램 개발 목표도 앞당겨 완료하였다. 시스템의 기능과 적용 기술은 앞서 서술한 바와 같이 의료기술을 총망라해서 적용하였으며, 그 성능 또한 충분히 만족하다 할 수 있겠다.

향후에는 국가 정책에 의한 한우의 생산 이력제나 지역별 광역별 한우 브랜드화를 위한 한우개량의 기초자료를 수집 보관 분석하는 시스템으로 활용도를 넓힐 수 있을 것이며, 도축장에서의 사진 분석에 의한 등급판정 기법에도 도입되어 쓰여질 수 있는 기초기술을 개발할 수 있었다. 종돈의 선발과 형질 측정을 위한 초음파 육질진단 분야와 소동물의 질병진단을 위한 영상분석 시스템으로의 적용 등 기술의 적용 범위는 축산 전반에 걸쳐 광범위하다고 할 수 있겠다. 이에 본 연구에 임한 연구원 모두는 향후에도 지속적인 연구개발을 통해 초음파 관련 신기술의 개발에 노력해야 할 필요가 있으리라 생각된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

초음파 육질진단의 자동화 기술 정확도가 50%이내로써 숙련된 기술자의 주관적인 판독의 정확도가 85%이상인 것과 비교할 때 앞으로도 지속적인 자동화 기술의 개발이 필요한 실정이다.

초음파 진단 시 발생하는 모든 영상자료를 기준으로 비육우 관리시스템을 구축하고 이를 바탕으로 효율적인 컨설팅기술 및 매뉴얼을 작성하여 축산농가 및 초음파진단기 사용자에게 보급함으로써 사장되어 있는 초음파기의 활용도를 높일 수 있을 것이다.

한우 개량사업에 초음파 기술을 이용할 경우 한우 종축의 선발기간을 현재 5.2년에서 3년으로 단축시킬 수 있으며, 유전적 개량량의 2배 이상 증가와 함께 능력검정에 소요되는 비용도 크게 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

또한 번식우의 임신진단 프로그램의 개발은 초음파 기술을 이용하여 국내 암소의 조기임신진단 체계 및 효율적인 사양관리체계를 구축하고자 실시하였다. 인체의학기술에 활용되고 있는 초음파 기술을 소의 육질진단과 임신진단에도 활용될 수 있도록 프로그램을 접목 및 개발하였으며, 육질분석, 임신진단, 기종의 다양성에도 불구하고 서로 다른 목적으로 운용돼 오던 방식을 하나의 시스템상으로 통합 운영함으로써 데이터화, 정보화를 이룰 수 있는 프로그램으로 개발되었고, 무엇보다도 경제적으로 오는 손실을 최소화할 수 있는 기술임에는 틀림없다. 비록 임신진단을 판독하는 기술력 부재로 조기에 해독될 수는 없었고, 번식우 사양관리 시스템이 개발에 신체충실도나 암소의 육질변화 간의 상관관계를 정확하게 밝히지는 못했지만 보편적 타당성 및 객관성을 부여하여 이들만의 특성을 확인할 수 있었다.

또한 이런 시스템을 활용한 암소 임신진단은 물론 암소의 육질 변화와 체형의 변화를 예의 주시하여 과학적이고 객관적인 개체관리 및 사양관리를 수행할 수 있을 것으로 기대되고, 종합적 암소관리 체계가 구축되어 양축농가도 쉽게 접근할 수 있는 대안을 제시하고 있으며, 이를 계기로 열악한 국내 축산업 부활의 신호탄 역할이 될 것임에는 틀림없다.

향후 본 실험을 기초로 한우 암소에 대한 임신유무와 관련된 초음파 기술력 향상 및 기술보급과 함께 신체충실도에 따른 체중의 변화, 산차, 계절, 에너지 요구량, 사료섭취율, 분만간격, 생시체중, 이유시 체중, 초중부일령 및 도체형질과 관련된 육질의 변화등 다양한 조건의 상관관계를 면밀하게 조사하여야 할 것으로 판단되며, 이들 요인간 특이성과 공통점을 구명하여 최적의 사양관리프로그램 개발된다면 암소의 번식능력 향상과 함께 사육농가에 미치는 파급효과는 대단히 클 것으로 판단된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당없음

제 7 장 참고문헌

- Berry, M. J. A. and Linoff, G. S. 1997. Data Mining Techniques. New York : John Wiley & Sons. New York.
- Brethour, J. R. 1990. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. J. Anim. Sci. 68:2603-2613.
- Devitt, C. J. B., and J. W. Wilton. 2001. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurement on finished steers. J. Anim. Sci. 79:2790-279
- Gresham, J. D., S. R. McPeake, J. K. Bernard, M. J. Riemann, R. W. Wyatt and H. H. Henderson. 1994. Prediction of live and carcass characteristics of market hogs by use of a single longitudinal ultrasonic scan. J. Anim. Sci. 72:1409-1416.
- Hartjen, P., R. Preisinger and E. 1993. Prediction of bovine carcass composition. 1. Prediction of carcass composition of live cattle using ultrasonic measurements and at carcass side using additional traits. Arch. Tierzucht. 36:315-324
- Hassen, A., D. E. Wilson, and G. H. Rouse. 2003. Estimation genetic parameters for ultrasound-predicted percentage for intramuscular fat in Angus cattle using random regression models. J. Anim. Sci.81:31-45.
- Hassen, A., D. E. Wilson, V. R. Amin, G. H. Rouse, and C. L. Hays. 2001. Predicting percentage of intramuscular fat using two types of real-time ultrasound equipment. J. Anim. Sci. 79:11 - 18.
- Kemp, D. J., W. O. Herring, and C. J. Kaiser. 2002. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. J. Anim. Sci. 80:1489-149
- Perkins, T. L., R. D. Green and K. E. Hamlin. 1992. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. J. Anim. Sci. 70:1002-1010.
- SAS. 2000. Getting Started with the Enterprise Miner Software. Release 4.1. SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.
- 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.

- Waldner, D. N., M. E. Dikeman, R. R. Schalles, W. G. Olson, P. L. Houghton, J. A. Unruh, and L. R. Corah. 1992. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age. *J. Anim. Sci.* 70:3044 - 3054.
- 原田 宏. 1982. 肉用牛における屠肉形質の超音波推定法に関する研究. *宮大農報.* 29:1-65.
- 原田 宏. 1986. センサ技術の畜産關聯分野への適用. *センサ實用事典. 第1版.* フジ・テクノシステム. 東京. pp. 978-1002.
- 강현철, 서두성, 최종후. 1998. Enterprise Minier의 의사결정나무분석 알고리즘. *한국 SAS 사용자 컨퍼런스 발표 자료집.* pp. 169-186.
- 강현철, 한상태, 최종후, 김은석, 김미경. 1999. SAS Enterprise Minier를 이용한 데이터마이닝 - 방법론 및 활용. *자유아카데미.*
- 김형철, 전광주, 나기준, 유영모, 정재경. 1995. 생체에서 초음파 측정기를 이용한 한우 도체형질 추정에 관한 연구. *한축지.* 37:336-340.
- 방극승, 윤주용, 김영길. 1994. 한우 등지방층의 초음파 측정. *한축지.* 36:409-414.
- 방극승. 1997. 초음파를 이용한 한우 생체 평가와 도체평가의 비교. *한축지.* 39:117-123.
- 윤주용, 방극승, 김영길. 1997. 한우 배최장근단면적의 초음파 측정. *한축지.* 39:113-116.
- 윤주용. 한우 고급육 생체판정 자동화를 위한 배최장근의 판정부위 선정에 관한 연구. *동아대학교. 박사학위논문.*
- 이문연. 1998. 거세한우의 출하체중의 출하월령이 도체형질에 미치는 영향. *한축지.* 40:221-226.
- 이용준. 2002. 초음파를 이용한 한우의 도체형질 예측과 산육성 구명에 관한 연구. *강원대학교. 박사학위 논문.*
- 이재윤, 김종복, 신종서, 고용균, 홍병주. 1997. 한우의 도체평가 형질에 영향을 미치는 성, 도체중 및 생체중의 효과. *한축지.* 39:164-176.
- 정재경. 1997. 초음파를 이용한 한우의 생체 및 도체의 이화학적 특성 추정에 관한 연구. *강원대학교. 박사학위논문.*
- 차용호. 1997. 한우에 있어서 초음파 생체측정과 도체측정과의 관계에 관한 연구. *동아대학교. 박사학위논문.*
- 최종후, 한상태, 강현철, 김은석, 김미경. 2000. SAS Enterprise Minier를 이용한 데이터 마이닝 - 기능과 사용법. *자유아카데미.*
- 최종후, 한상태, 강현철, 김은석. 1998. 데이터마이닝 의사결정나무분석. *고려정보산업.*

- Badtram G. A., Gaines J. D., Thomas C. B., Bosu W. T. K. 1991. Factors influencing the accuracy of early pregnancy detection in cattle by real-time ultrasound scanning of the uterus. *Theriogenology*, 35:1153–1167.
- Baxter S. J., Ward W. R. 1997. Incidence of fetal loss in dairy cattle after pregnancy diagnosis using an ultrasound scanner. *Veterinary Record*, 140:287–288.
- Bellows, R.A. and R.E. Short. 1978. Pregnancy detection in the bovine by ultrasonics. *J. of Anim.* 33:407.
- Boichard, D. 1990. Estimation of the economic value of conception rate in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 24:187.
- Boyd J. S., Omram S. N., Ayliffe T. R. 1990. Evaluation of real-time B-mode ultrasound scanning for detecting early pregnancy in cows. *Veterinary Record*, 127:350–352.
- Call, E. P., and J. S. Stevenson. 1985. Current challenges in reproductive management. *J. Dairy Sci.* 68:2799.
- Campos, M. S., C. J. Wilcox, C. M. Becerril and A. Diz. 1994. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey cattle in Florida. *J. Dairy Sci.* 77:867.
- Chaffaux S., Reddy G. N. S., Valon F., Thibier M. 1986. Tranrectal real-time ultrasound scanning for diagnosing pregnancy and for monitoring embryonic mortality in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 10:193–200.
- Comparison of Three Weaning Ages on Cow-Calf Performance and Steer Carcass Traits
- Congelton, W. R., and L. W. King. 1984. Profitability of dairy cow herd life. *J. Dairy Sci.* 67:661.
- Crews, D. H. Jr and R. A. Kemp 2001. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle *Journal of Animal science*, 79(12) : 3008–3020,
- Curran S., Pierson R. A., Ginther O. J. 1986b. Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from day 20 through 60. *J. of American Veterinary Medicine Association*, 189:1295–1302.

- Davis M. E., Haibel G. K., 1993. Use of real-time ultrasound to identify multiple fetuses in beef cattle. *Theriogenology*, 40:373-382.
- Dechow, G. W. Rogers, and J. S. Clay. 2001. Heritabilities and Correlations Among Body Condition Scores, Production Traits, and Reproductive Performance. *J. Dairy Sci.* 84:266-275
- Dielema S. J., and Schoemarkers, H. J. N 1979. Radioimmunoassays to determine the presence of progesterone and estrone in the starfish *Asterias rubens*. *Gen. Comp. Endocr.* 39:534-542.
- Dieleman S. J., Bevers, M. M., van Tol, H.T.M., Willemse A. H, 1986. Peripheral plasma concentrations of Oestradiol, progesterone, cortisol, LH and prolactin during the oestrous cycle in the cow, with emphasis on the peri-oestrus period. *Anim. Reprod. Sci.* 10:275-292.
- Echternkamp S. E., Gregory K. E., 1993. Identification of twin pregnancies in cattle by ultrasonography to improve neonatal calf survival. *J. of Anim. Sci.*, 71(suppl .1):73.
- Eriksson, S., A. Näsholm, K. Johansson and J. Philipsson 2004 Genetic relationships between calving and carcass traits for Charolais and Hereford cattle in Sweden ¹ *J. Anim. Sci.* . 82:2269-2276
- Esslemont, R. J., and E. J. Peeler. 1993. The scope for raising margins in dairy herds by improving fertility and health. *Br. Vet. J.* 149:537.
- Fricke P. M. 2002. Scanning the Future-Ultrasonography as a Reproductive Management Tool for Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 85 : 1918-1926
- Gallo, L., P. Carnier, M. Cassandro, R. Dal Zotto, and G. Bittante. 1999. Genetic aspects of condition score, hearth girth and milkyield traits in Italian Friesian cows. *Br. Soc. Anim. Sci. Occas. Publ.* 24:159-164. *Dairy Sci.* 81:1109-1119.
- Ginther O. J., Pierson R. A. 1983. Ultrasonic evaluation of the reproductive tract of mare: principles, equipment and techniques. *J. EquineVet. Sci.* 3:195-201.
- Hansen, L. B., A. E. Freeman, and P. J. Berger. 1983. Yield and fertility relationships in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66:293.
- Hanzen C., Delsaux, B. 1987. Use of transrectal B-mode ultrasound imaging in bovine pregnancy diagnosis. *Vet. Rec.* 121:200-202.

- Harada. 1995. Change of estimates of carcass traits before and after calving in Japanese black cows. *J. Ani Sci.* 66(8):698-704.
- Hayes, J. F., R. I. Cue, and H. G. Monardes. 1992. Estimates of repeatability of reproductive measures in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 75:1701.
- Hoekstra, J., A. W. van der Lugt, J.H.J. van der Werf, and W. Ouweltjes. 1994. Genetic and phenotypic parameters for milk production and fertility traits in upgraded dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 40:225-232.
- Hughes E, A., Davis, D. A. R. 1989. Practical uses of ultrasound in early pregnancy in cattle. *Vet. Rec.* 124:456-458.
- Izaike Y., Suzuki O., Shimada K., Takenouchi N., Takahashi M., 1991. Observations by ultrasonography of embryonic loss following the transfer of 2 or 3 embryos in beef cows. *Theriogenology*, 36:939-947.
- Jensen, J., W. D. Hohenboken, P. Madsen, and B. B. Andersen. 1995. Sire X Nutrition interactions and genetic parameters for energy intake, production and efficiency of nutrient utilization in young bulls, heifers and lactating cows. *Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci.* 45:81-91.
- Joanne, h. 2002. Marbling and your cow herd. Min. of Agri. Food & Rural Affairs.
- Jones, H. E., I. M. S. White, and S. Brotherstone. 1999. Genetic evaluation of Holstein-Friesian sires for daughter condition-score changes using a random regression model. *Anim. Sci.* 68:467-475.
- Kamimura S., Ohgi T., Takahashi M., Tuskamoto T. 1993. Postpartum resumption of ovarian activity and uterine involution monitored by ultrasonograph in Holstein cows. *J. Vet. Med. Sci.*, 55:643-647.
- Kastelic J. P., Bergfelt D. R., Ginther O. J., 1991a. Ultrasonic detection of the conceptus and characterisation of intrauterine fluid on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology*, 35:569-581.
- Kastelic J. P., Curran S., Ginther O. J., 1988. Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology*, 31:813-820.
- Kastelic J. P., Curran S., Pierson R. A., Ginther O. J., 1989. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology*, 29:39-54.

- Kastelic J. P., Northey D. L., Ginther O. J., 1991b. Spontaneous embryonic death on days 20 to 40 in heifers. *Theriogenology*, 35:361-363.
- Khun W. 1992. Ultrasonography as a diagnostic tool in female animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.*, 28:1-10.
- Koenen, E. P. C., and R. F. Veerkamp. 1998. Genetic covariance functions for live weight, condition score, and dry-matter intake measured at different lactation stages of Holstein-Friesian heifers. *Livest. Prod. Sci.* 57:67-77.
- Koenen, E. P. C., R. F. Veerkamp, P. Dobbelaar, and G. De Jong. 2001. Genetic analysis of body condition score of lactating Dutch Holstein and Red-and-White heifers. *J. Dairy. Sci.* 84:1265-1270.
- Lalman, D.L., et al. 1997. Influence of Weight and Body Condition Change on duration of Anestrus by Undernourished Suckled Beef Heifers. *Journal of Animal Science* 75.
- Lent, C. A., M. L. Looper and R. P. Wettemann. 1997. Effects of postpartum body condition score of beef cows on milk components and weaning weights of calves. OSU Research Report.
- Makarechain 등 1990
- Marti, C. F., and D. A. Funk. 1994. Relationship between production and days open at different levels of herd production. *J. Dairy Sci.* 77:1682.
- Mike, T. 2002. Making sense of ultrasound and carcass measurements Sidebar: Understanding genetic correlations. Montana state uni. News Service.
- Odde, k. G. 1997. Reproductive efficiency precalving nutrition and improving calf survival. *Proc. Bovine Connection*. p. 86-92.
- Oltenacu, P. A., A. Frick, B. Lindhe. 1991. Relationship of fertility to milk yield in Swedish cattle. *J. Dairy Sci.* 74:264.
- Oltenacu, P. A., R. D. Smith, and A. Lednor. 1986. Control of the reproductive process for optimum performance in dairy herds. A case study for systems analysis. Page 130 *in Proc. 35th Annu. Natl. Breeders Roundtable, Poultry Breeders Am., St. Louis, MO.*

- Pelissier, C. L. 1982. Identification of reproductive problems and other economic consequences. Page 9 *in* Proc. Natl. Invit. Dairy Cattle Workshop, Louisville, KY. Ext. Commun. Policy Sci. Educ. Admin., US Dep. Agric., Washington, DC.
- Perry R. C., Corah L. R., Kiracofe G. H., Stevenson J. S., Beal W. E. 1991. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. *J. Anim. Sci.*, 69:2548-2555.
- Pierson R. A. and Ginther O. J. 1984b. Ultrasonic appearance of the bovine uterus during the oestrous cycle. *J. Anim. Vet. Med. Assoc.* 190:995-1001.
- Pierson R. A. and Ginther O. J. 1984a. Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. *Theriogenology*, 22:225-233.
- Pieterse M. C., Szenci O., Willemsse A. H., Bajcsy C. S. A., Dieleman S. J., and Taverne M.A.M. 1990. Early pregnancy diagnosis in cattle by means of linear-array real-time ultrasound scanning of the uterus and a qualitative and quantitative milk progesterone test. *Theriogenology*, 33:697-707.
- Pryce, J. E., B. L. Nielsen, R. F. Veerkamp, and G. Simm. 1999. Genotype and feeding system effects and interactions for health and fertility in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 57:193-201.
- Pryce, J. E., M. P. Coffey, and G. Simm. 2001. The relationship between body condition score and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 84:1508-1515.
- Pryce, J. E., M. P. Coffey, and S. Brotherstone. 2000. The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *J. Dairy Sci.* 83:2664-2671.
- Raheja, K. L., E. B. Burnside, and L. R. Schaeffer. 1989. Relationships between fertility and production in Holstein dairy cattle in different parity. *J. Dairy Sci.* 72:2670.
- Rasby, P. C and J. H. Topps. 1981. The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. 70:420-431.
- Rutledge, J. J. 1971. Effect of body condition score of beef cows on milk components and weaning weights of calves. *J. Anim. Sci.* 33:563.
- Scott, P. G. 2001. Genetic relationships. Virginia Cooperative Extension.

- Selk, G. E., 1988. Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Ani. Sci.* 66:3153.
- Smith R. D. 1991. Evaluation of diagnostic tests. In: *Verterinary clinical epidemiology. A problem-oriented approach.* Butterworth Heinemann, 29-43.
- Spitzer, J.C., D.G. Morrison, R.P. Wetteman and L.C. Faulkner. 1995. Body Condition at Calving Key for high rebreeding rates in first-Calf heifers *J. Anim. Sci.* 73:1251.
- Szenci, O., Varga, J., Bajcsy, CsA. 1999. Role of early pregnancy dignosis by means of ultrasonography in improving reproductive efficiency in a dairy herd: a retrospective study. *The Bovine Practitioner.* 33:67-69.
- Szenci, Otto. 2004. Factors affecting accuracy of early pregnancy diagnosis by means of Ultrasonography. *K. J. Buiatrics.* 9(1):1-18.
- Taverne M. A. M., Szenci O., Szetag J., and Piros A. 1985. Pregnancy diagnosis in cows with linear real-time ultrasound scanning: a preliminary note. *Vet. Quart.* 7:264-270.
- Thompson, J. A., Marsch. W. E. Etherington, W. G., Momont, H. W., Kinsel, M. L. 1995. Evulation of the benefits of the timing of pregnancy testing by transrectal palpation in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 207:1462-1465.
- Toal, R. L., Walker M. A., Henery G. A. 1986. A comparison of real-time ultrasound, palpation, and radiography in pregnancy detection and litter size determination in the bitch. *Vet Radiol* 27:102-108.
- Veerkamp, R. F. 1998. Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on liveweight and feed intake: a review. *J. Dairy Sci.* 81:1109-1119.
- Veerkamp, R. F., and S. Brotherstone. 1997. Genetic correlations between linear type traits, food intake, live weight and condition score in Holstein-Friesian dairy cattle. *J. Ani. Sci.* 64:385-392.
- Veerkamp, R. F., E. P. C. Koenen, and G. De Jong. 2001. Genetic correlations among body condition score, yield, and fertility in 1st parity cows estimated by random regression models. *J. Dairy Sci.* 84:2327-2335.

- Veerkamp, R. F., J. K. Oldenbroek, H. J. Van Der Gaast, and J. H. J. Van Der Werf. 2000. Genetic correlation between days until start of luteal activity and milk yield, energy balance, and live weights. *J. Dairy Sci.* 83:577-583.
- Wettemann R. P., C. A. Lents, M. L. Looper. 1981. Effect of postpartum body condition score of beef cows on milk components and weaning weights of calves. *J. Dairy Sci.* 70:515-523.
- Whittier, J. C. and B. Steevens. 1993. Body Condition scoring of beef and dairy animals. G2230. Uni. of Missouri Cooperative Extension.
- Yeager, A. E. Mohammed H. O., Meyers-Wallen, V. 1992. Ultrasonographic appearance of the uterus, placenta, fetus, and fetal membranes throughout accurately timed pregnancy in Beagles. *Am. J. Vet.Res.* 53:342-351
- 강병규, 손창호, 신영록, 최한선, 오기석, 박인철. 1996. 진돗개에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. I 태아 및 태아외구조물의 최초 관찰시기. *대한수의학회지.* 36(1):235-245.
- 김세라, 강현구, 오기석, 박인철, 박상국, 김성호, 손창호. 2000. 진돗개에서 초음파검사에 의한 분만일 예정표 확립. *대한수의학회지.* 40(2):373-381.
- 김창엽. 2000. 한우 종모우 육종계획 수립을 위한 유전모수 및 개량거세의 추정에 관한 연구. 박사학위 논문
- 손창호, 신창록, 강병규, 최한선, 1996. 진돗개에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. II 태아 및 태아외구조물의 측정에 의한 임신일령의 추정. *대한수의학회지.* 36(1):247-254.