

※ 본 연구결과는 연구진의 의견 및 주장이며, 한우자조금의 공식입
장과 다를 수 있음.

| 2017. 5.

쇠고기이력제를 활용한 축산관측 고도화 연구

홍 석
김 충 현 연 구 원
이 형 우 전 문 연 구 원
김 진 년 연 구 원

한국농촌경제연구원

연구 담당

	부 연구 위원	연구 총괄, 제1-6장 집필
김 충 현	연구 원	수급모형 구축, 자료 수집, 제1-6장 집필
이 형 우	전문 연구 원	자료 수집 및 제1장, 제2장, 제3장, 제5장 집필
김 진 년	연구 원	자료 수집 및 제1장, 제3장, 제5장 집필

출 문

민경천 귀하

이 보고서를 한우자조금관리위원회의 연구용역 과제 “쇠고기이력제를 활용한 축산관측 고도화 연구”의 최종 성과물로 제출합니다.

2017년 5월
한국농촌경제연구원

리 말

들어 쇠고기이력제의 신뢰도가 일정 수준 확보된 상황에서 이력자료를 기반으로 한 한우 수급모형의 구축이 요구되고 있다. 기존 한우 수급관련 통계 자료는 통계청에서 수행하는 가축동향조사 자료를 기반으로 하는데, 이는 3,068개의 표본과 일정규모 이상 한우 사육 농가를 대상으로 조사·추계하는 표본 조사 방식으로 산출된다. 이에 반해 쇠고기이력제 자료는 전국의 한우 농가를 대상으로 개체별 식별번호를 부여하는 방법으로 집계하는 전수 조사 방식으로 산출되며, 가축동향조사 자료보다 신뢰성 부분에 있어 우위에 있다. 이에 따라 통계청은 2017년 4월부터 이력제 자료를 가축동향조사 자료와 동시 공표하기 시작하였으며, 2017년 9월부터 가축동향조사의 소 통계를 이력제 DB로 완전 대체할 계획이다. 본 연구에서는 통계청의 한우 조사·작성방식이 변경되기 이전에 쇠고기이력제 자료가 갖고 있는 내생적인 장점과 특징을 살펴보고, 이를 활용하여 고도화된 한우 수급전망모형을 구축하였다.

본 연구에서 구축된 한우 수급전망모형은 향후 한우 농가의 경영목표 수립 등의 의사결정과 한우 수급안정정책을 수립하기 위한 기초자료를 제공하는 도구로써 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 연구 진행 과정에서 모형의 구축과 정밀도 개선을 위해 각계의 의견을 수렴하였으며, 특히 모형의 현실성 반영을 위해 고전을 주신 농림축산식품부, 한우자조금관리위원회, 축산물품질평가원, 학계 전문가분들에게 감사의 말씀을 드린다.

2017. 5.

한국농촌경제연구원장

창 길

약

2017년 9월부터 「가축동향조사」의 한우 축종을 쇠고기이력제 DB로 대체할 계획임. 본 연구에서는 통계청의 한우 조사·작성 방식이 변경되기 이전에 쇠고기이력제 자료를 활용한 한우 수급전망모형을 선제적으로 개발·구축하였으며, 본 모형이 향후 한우 산업의 중장기 수급 및 정책 수립의 기초자료를 제공하는 도구로써 유용하게 활용될 것으로 기대됨.

선행연구를 검토하여 기존 한우 관련 수급모형의 장·단점을 살펴보고, 쇠고기이력제의 장점 및 특징을 최대한 활용할 수 있는 모형 구조를 설계하였음. 문헌조사를 통해 한우 수급구조를 파악하고 수급모형 구축에 필요한 시계열 자료를 포괄적으로 수집·검토한 후 선별적으로 모형구축에 활용하였음. 쇠고기이력제 시스템을 운용·관리하고 있는 축산물품질평가원을 통해 이력제 시계열자료를 수집하였음. 또한, 학계, 정부, 생산자 단체를 포함하는 전문가 그룹과 관련 정보를 공유하고 다양한 의견을 청취하여 모형 개발에 반영하였음.

쇠고기이력제는 소 개체 단위로 사육현황 정보를 기록·관리하기 때문에 가축동향조사 자료를 기반으로 구축된 수급모형보다 정밀하고 고도화된 모형 구축이 가능함. 이력제 추출자료를 이용하여 폐사율·도축률, 출생성비 등 코호트요인의 계수를 추정하였음. 사육두수 추정은 계량경제학적 방법 대신 코호트요인법을 사용하여 안정적인 모형 구축을 시도하였음. 농가의 번식의향 및 도축의향과 소비자의 소비의향은 경제학적 요인에 의해 결정되기 때문에 계량경제학적 방법을 사용하였음. 즉 본 연구에서는 코호트요인법과 계량경제학적 방법을 혼용하여 모형을 구축하였음.

한우 수급전망모형은 크게 공급부문, 수요부문, 가격부문으로 구성하였음. 공급부문은 정액판매량 추정식, 출생두수 추정식과 공급량으로서의 암·수소 도축두수 추정식으로 구성됨. 수요부문은 수요량으로서의 암·수소 도축두수 추정식으로 구성됨. 가격부문은 균형가격인 도매가격과 기타 가격들로 구성됨.

수요부문으로부터 공급량과 수요량이 정해지면 시장청산조건(공급량=수요량)에 의해 균형가격(암소 도매가격과 수소 도매가격)이 도출되고, 균형가격은 암·수송아지 산지가격과 쇠고기 소비자가격의 추정에 활용됨.

본 수급모형은 연립방정식 모형으로 구성되어 있기 때문에 내생성 문제가 발생하는 행태방정식은 2단계 최소자승추정법(2SLS)을 이용하여 추정하였으며, 그 외 행태방정식은 통상최소자승법(OLS)을 이용하여 추정하였음. 추정결과를 바탕으로 개별 방정식들의 예측력을 검증하고 연구자문회의 및 검증회의를 거쳐 개발된 모형에 대한 타당성을 검증하였음. 또한, 모형의 적합성 및 안정성을 검증하기 위하여 구제역 발생과 경제성장률 변화 시나리오를 임의로 설정하고 시뮬레이션 분석을 수행하였음.

행태방정식은 개별 종속변수에 영향을 미치는 경제학적 요인과 계절적 요인, 구제역 발생, 정책사업 등 특정 이벤트를 반영하기 위한 더미변수 또는 구조변화 더미변수를 설명변수로 도입하여 설정하였음. 개별 행태방정식의 추정 결과, 주요 설명변수의 추정치 부호는 경제학 이론과 일치하는 것으로 나타났으며 통계적으로 유의하였음. 모형 예측력을 검증한 결과, 개별 추정식의 평균 MAPE는 7%대 이내로 계측되어, 전반적으로 우수한 것으로 판단됨. 시나리오 영향평가 결과, 예상 가능한 결과가 도출되어 모형 적합성 및 안정성이 검증되었음.

본 연구에서 구축된 모형은 정책과의 연계를 통해 정책이 한우 시장에 미치는 효과를 분석하는 데 사용할 수 있음. 하지만 현재로서는 공급량, 수요량, 가격 등 한우 수급에 직접적인 영향을 미치는 정책에 대해서만 그 효과를 모의 실험할 수 있음. 따라서 향후 소득보전 정책 등 수급에 간접적인 영향을 미치는 정책의 효과를 계측하는 방안 및 시뮬레이션 모듈 개발에 대한 추가적인 연구를 통하여 모형의 활용도를 높일 필요가 있음. 또한, 이력제 기반의 한우 수급전망모형이 최대한 현실을 반영하고 정확도를 높이기 위해서는 지속적인 보완·개선 작업이 요구됨.

례

제1장 서론

1절. 연구의 필요성 및 목적	1
제2절. 선행연구 검토	3
제3절. 연구 내용 및 방법	6

제2장 쇠고기이력제 사업 및 자료 축적 방법

제3장 쇠고기이력제를 활용한 한우 수급모형 설계

제1절. 한우 관련 선행 수급모형 검토	17
제2절. 모형의 구조	24
제3절. 분석자료	27
제4절. 행태방정식 구성	46

제4장 추정방법 및 추정결과

제1절. 행태방정식 추정방법	53
제2절. 추정결과	56
제3절. 공적분 검정 결과	71

제5장 예측력 검증 및 시나리오 분석

제1절. 예측력 검증	73
제2절. 기본 전망 및 시나리오 분석	82

제6장 모형의 이용·활용과 시사점

제1절. 모형의 이용 및 활용방법	89
--------------------------	----

2절. 시사점 및 정책적 제언	97
------------------------	----

부록

1. 이력제를 활용한 한우 모형 탄성치 및 탄성치 비교	99
2. 한우 가임암소 기준 조사	103
3. 한우 수급모형 표본 외 오차율 검정	107
참고 문헌	109

차례

제2장

2-1. 쇠고기이력제의 기관별 역할과 기능	14
-------------------------------	----

제3장

표 3-1. 선행모형과 본 모형 비교	23
표 3-2. 한우 월령별 폐사율, 도축률, 성별 출생비율(추정)	39
표 3-3. 모형을 구성하는 변수설명과 자료출처	42
표 3-4. 외생 변수 가정	45

제4장

표 4-1. 한우 수급모형 주요방정식 Engle and Yoo 공적분 검정결과 ...	72
표 4-2. 한우 수급모형 주요방정식 Johansen 공적분 검정결과	72

제5장

표 5-1. 정액판매량 추정결과에 따른 기간별 오차율 검정	75
표 5-2. 출생두수 추정결과에 따른 기간별 오차율 검정	76
표 5-3. 암·수소 도축두수 추정결과에 따른 기간별 오차율 검정 결과	77
표 5-4. 암·수송아지 산지가격에 대한 예측력 결과	79
표 5-5. 쇠고기 소비자가격에 대한 예측력 결과	80
표 5-6. 한우 수급모형 베이스라인(2017년 4분기~2020년 4분기)	82
표 5-7. 경제성장률 상승 시나리오 분석결과(베이스라인 대비 증감률)	84
표 5-8. 구제역 발생에 따른 단계별 적용 폐사율 가정	86
표 5-9. 구제역 발생 시나리오 분석결과(베이스라인 대비 증감률)	87

제6장

6-1. 한우 수급모형 구성 요소	90
--------------------------	----

2-1. 쇠고기이력제 사업추진체계 14

그림 3-1.	한육우 수급모형 구조 개념도(한석호 외, 2015)	18
그림 3-2.	조재성 외(2014) 한우 수급모형 구조 개념도	20
그림 3-3.	암·수소 도축 패턴	25
그림 3-4.	쇠고기이력제를 활용한 한우모형 수급구조 개념도	26
그림 3-5.	쇠고기이력제 재산출 자료와 「가축동향조사」 자료 암소 사육두수 비교	29
그림 3-6.	쇠고기이력제 암소 사육두수 재추정 결과(2003~2016)	30
그림 3-7.	쇠고기이력제 재산출 자료와 「가축동향조사」 자료 수소 사육두수 비교	31
그림 3-8.	쇠고기이력제 수소 사육두수 재추정 결과(2003~2016)	32
그림 3-9.	쇠고기이력제 출생두수 재추정(2011~2016)	33
그림 3-10.	쇠고기이력제 출생두수 재추정 결과(2004~2016)	34
그림 3-11.	분기별 출생성비	35
그림 3-12.	한우 수급모형 적용 폐사율(2011~2016)	37
그림 3-13.	한우 수급모형 적용 도축률(2011~2016)	38

그림 5-1.	정액판매량 추정결과 추적력 검토	75
그림 5-2.	출생두수 추정결과 추적력 검토	76
그림 5-3.	암·수소 도축두수 추정결과 추적력 검토	78
그림 5-4.	안·수송아지 사지가격 추정결과 추적력 검토	80

5-5.	쇠고기 소비자가격 추정결과 추적력 검토	81
그림 5-6.	한우 수급모형 베이스라인(2015년 4분기~2020년 4분기)	83
그림 5-7.	경제성장률 시나리오	84
그림 5-8.	경제성장률 상승 시나리오 분석 결과(2015년 4분기~2020년 4분기)	85
그림 5-9.	구제역 발생 시나리오 분석결과(2015년 4분기~2020년 4분기)	87

제 6 장

그림 6-1.	반복계산 옵션 설정탭	90
그림 6-2.	메인 페이지(Main Page) 워크시트	91
그림 6-3.	자료(Data) 워크시트	93
그림 6-4.	방정식(Equation) 워크시트	94
그림 6-5.	한우 수급모형의 균형가격 도출원리	95
그림 6-6.	균형장치(Equilibrator) 워크시트	96

제 1 장

론

1절. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 배경

- 신뢰도가 일정 수준 확보된 상황에서 이력자료를 기반으로 한 한우 수급모형의 선제적 구축이 요구됨.
 - 쇠고기이력제 본사업은 시행 9년차로 안정화 단계에 접어들었으며 2017년 9월부터 통계청 「가축동향조사」의 소 축종을 쇠고기이력제 DB로 대체할 계획임.
 - 동 제도는 생산에서 판매로 이어지는 소(한우·육우·젖소) 공급망의 전반적인 정보를 포함하고 있어 개체별 사육현황 파악이 가능함. 이러한 장점을 활용하면 연령구간 분류의 세분화 및 연령별 폐사율·도축률 추정이 가능하기 때문에 정밀하고 고도화된 한우 수급전망모형 구축이 가능함.
 - 고도화된 한우 수급전망모형은 한우고기 수급조절 대응방안에 필요한

높은 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대됨.

- 「가축동향조사」와 쇠고기이력제 자료는 조사 및 추계방법의 차이로 인해 이력자료의 한우 사육두수가 「가축동향조사」의 사육두수보다 '16년 12월 기준 약 23만 두(8.7%) 많음.
 - 전국의 한우 농가를 대상으로 개체별 식별번호를 부여하는 방식으로 집계하는 쇠고기이력제 자료가 3,068개의 표본과 일정규모 이상 한우 사육 농가를 대상으로 조사·추계하는 「가축동향조사」 자료보다 신뢰성이 높음.
 - 2014년 개발된 한우 수급전망모형은 「가축동향조사」 자료를 기반으로 구축되었기 때문에 쇠고기이력제 자료를 기반으로 한 한우 수급전망모형의 구축이 필요함.

2. 연구의 목적

- 현재 한우 수급관련 공식통계인 통계청 「가축동향조사」의 소 축종 작성방식이 쇠고기이력제 DB를 활용한 방식으로 변경되기 이전에 동 자료를 활용한 한우 수급전망모형의 선제적인 개발·구축을 수행하고자 함.
 - 쇠고기이력제 자료가 갖고 있는 내생적인 장점과 특징을 살펴보고, 이를 활용하여 고도화된 한우 수급전망모형 구축하고자 함.
- 쇠고기이력제 자료의 특징과 장점을 활용하여 중장기적 수급변화를 사전에 감지할 수 있는 모형을 구축하여 향후 한우 시장 안정화를 위한 정책수립에 필요한 정보제공을 목적으로 함.
 - 이력자료를 기반으로 한 한우 수급모형 개발은 가격등락 발생 시 단기적·사후적 대응조치를 제시하는 것에서 벗어나 사육기간을 고려한 가임 암소 및 송아지 생산두수 조절 등을 반영한 정확한 예측을 통해 수급조절에 대한 장기적이고 사전적 관리 방안의 제시 가능할 것으로 기대됨.

2절. 선행연구 검토

1. 선행연구

- 포함한 우리나라 한육우 시장의 수급전망을 위해 구축된 대표적인 수급모형은 KREI-KASMO 2016(서홍석 외. 2016), 축산 분기관측모형(정민국 외. 2005), 코호트 모형, 한육우 단기관측모형(조재성 외. 2013)이 있음.
 - 상기 모형은 한우와 육우의 동질성을 가정하고 한육우 시장의 수급모형을 구축하였기 때문에 한우 부문의 독립적인 전망이 어려움.
- KREI-KASMO는 한국농업 총량부문 중장기 전망과 시뮬레이션을 통한 정책영향평가를 위해 2008년에 개발되었으며, 이후 모형의 현실 설명력과 전망능력을 향상시키기 위하여 대상품목을 확대하고 농업 환경변화에 효과적으로 대응할 수 있는 모듈을 개발하는 등 개선작업을 지속적으로 수행하고 있음.
 - KREI-KASMO는 거시경제지표, 투입재가격, 재배업, 축산업, 농가인구, 농업총량 전망부문의 6개 부문으로 구성되어 있으며, 각 부문은 상호 연계됨.
 - 최초 모형 개발 이후 꾸준히 확대되어 KREI-KASMO 2016 모형에 포함된 대상 품목은 재배업 63개, 축산업 11개 등 총 74개이며, 농식품부 「농림축산식품 주요통계」의 2015년 생산액 기준으로 재배업의 97.2%, 축산업의 98.9% 등 전체 농업의 97.9%를 포함함.
 - (장점) 거시변수전망 부문과 연계되어 있으며, 농축산부문 전 품목이 생산·소비대체 품목과 내생적으로 연결되어 수급과 균형가격이 동시에 결정되도록 구축되어 있음. 따라서, 대내외 여건 변화 및 한육우 관련 정책이 한육우 부문을 비롯한 한국농업에 미치는 영향의 선제적 평가·분석

가능함.

- (단점) 모형구축의 주요 목적이 한국농업의 중장기 전망임에 따라 모형의 시간 단위가 연간으로 구축되어 있어 수급전망 단위의 정밀도 측면에서 한계가 존재함.
- 축산 분기관측모형은 KREI-KASMO와 유사한 방식으로 개발된 분기 단위의 한육우 전망모형이나 현재 활용도는 낮은 실정임.
- 수급과 가격이 동시에 결정된다는 측면에서 모형의 구조 및 작동방식은 KREI-KASMO와 동일하나 주요 축종(소, 돼지, 닭)만을 포함한 축산부문의 독립적인 모형임.
 - (장점) 모형의 시간 단위가 연차가 아닌 분기로 구축되어 있어 한육우부문의 정밀한 수급전망이 가능함.
 - (단점) 함수 추정치 대부분이 10년 전 자료를 바탕으로 추정되어 최근의 기술발전, 농업환경변화, 소비추세 변화를 반영하지 못한다는 뚜렷한 한계가 존재함.
- 코호트 모형은 연령별 사육두수의 계산식으로 구성되어 있으며 한육우 시장관측을 위해 제한적으로 활용되고 있음.
- (단점) 「가축동향조사」의 분기별 사육두수를 이용하여 4분기 전 1세 미만 사육두수를 현시점의 1~2세 미만 사육두수로 가정하고 실측치와 추정치의 차이를 육성률 등으로 계산하는 단순한 형태의 모형임. 이에 따라 농가의 번식의향 및 도축의향에 미치는 경제적 요인을 반영하지 못해 독자적인 시장전망을 위한 활용에 있어서 한계가 존재함.
- 한육우 단기관측 모형은 1개월 선행관측이 가능하도록 개발된 월간 단위 모형임.
- (단점) 모형의 주요목적이 1개월 선행 전망치를 도출하기 위한 모형으로 2개월 이상의 중장기 시장전망에 활용하기에는 한계가 있음.

- 수급자료를 바탕으로 구축된 기존 모형과는 다르게 한우의 독립적인 관측을 위해 구축된 수급모형은 한우 분기관측모형(조재성 외, 2014)이 대표적임.
 - 소비의 계절성 및 가축 생육의 생물학적 특성 등을 수요와 공급부문에 반영하여 모형의 현실 설명력을 제고함.
 - (단점) 모형 구축 당시 쇠고기이력제 자료의 불안정성 및 자료의 불충분한 축적 때문에 「가축동향조사」 자료를 활용함.

2. 선행연구와의 차별성

- 통계청 「가축동향조사」 자료를 기반으로 한 기존 모형들과는 다르게 쇠고기이력제 자료를 활용한 한우 수급전망모형을 구축함.
 - 「가축동향조사」보다 신뢰도 및 정확도 높은 이력자료를 기반으로 한 수급모형 구축함.
- 소 개체별 사육현황 정보를 기록·관리하는 쇠고기이력제 자료의 고유한 장점을 활용하여 코호트요인법(Cohort Component Method)과 계량경제학 방법(Econometrics)을 결합한 한우 수급모형을 구축함.
 - 코호트요인법은 장래인구추계를 위해 사용되는 대표적인 방법으로 특정 연도의 성 및 연령별 기준인구에 인구변동요인인 출생·사망·국제이동에 대한 장래 변동을 추정하여 이를 조합하는 방법임.
 - 이력자료를 기반으로 매월 출생두수, 월령별 사육두수, 월령별 폐사두수, 월령별 도축두수 자료를 암·수의 성별로 구분하여 자료 추출이 가능하기 때문에 코호트요인법 적용 가능함.
 - 출생두수를 결정하는 농가의 번식의향과 도축두수를 결정하는 농가의 도축의향, 한우 도매가격에 영향을 미치는 한우 수요 등은 계량경제학적 방법을 이용하여 추정함.

- 거시경제변수가 한우시장에 미치는 영향을 고려함.
 - 배합사료가격이 한우농가의 번식의향에, 경제성장에 따른 소득증가가 한우수요에 미치는 영향을 분석함. 또한, 설명변수의 유의성이 검증되었을 경우, 한우 수급모형에 반영하여 구축함.

3절. 연구 내용 및 방법

1. 연구내용

- 한우산업 현황을 분석하고 한우수급 및 가격에 영향을 미치는 요인을 검토함.
 - 사육현황, 도축현황, 가격 현황, 수출입 현황 등 한우산업 관련 현황을 검토함.
 - 거시경제지표, 사료비 등 대내외 여건변화가 한우농가 의사결정에 미친 영향을 검토함.
 - 2010~2011년 구제역 발생, 2012년 한우암소감축장려금지원사업, 일본 원전사고, 메르스사태 등 대내외 이벤트가 한우산업에 미친 영향을 검토함.
- 이력제 기반 한우 수급모형 구축을 위해 DB를 구축함.
 - 쇠고기이력제 자료의 누적기간이 짧아 계량경제학적 방법으로 함수 추정하기 위해서 통계청 DB와 연계한 이력자료 기반 DB를 구축함.
 - 함수 추정을 위한 충분한 기간을 확보하기 위하여 쇠고기이력제 재산출 자료와 통계청 자료 간 흐름을 검토함.
- 가임암소 시기, 임신기간 등 생육의 생물학적 특성과 일반적인 도축시기를

사육기간을 공급부문 모형 구축에 반영함.

- 정액판매량에 따른 출생두수, 송아지 생산의 계절성, 암·수 출생성비, 월령별 폐사율, 월령별 도축률, 도축두수의 계절성 등을 사육두수 추정
에 반영함.
- 한우고기 수요에 영향을 미치는 요인을 선별하여 수요부문 모형 구축에 반영함.
 - 소비의 계절성, 소득, 대체재 가격, 수입 쇠고기가격 등을 한우고기 수요
량 추정에 반영함.
- 한우 공급과 수요의 시장청산조건에 따른 균형가격 결정방식 체계를 검토
하여 가격부문 모형 구축에 반영함.
 - 수요와 공급이 동시에 양방향으로 영향을 주어 균형가격을 도출하는 동
시균형모형(simultaneous model) 체계로 구축함.
 - * 반해 축차모형(recursive model)은 공급량이 결정되면 수급 항등식에 의해 수요
량이 결정되고, 가격신축성함수를 이용하여 균형가격을 도출하는 단방향 방식임.
Thurman(1986)의 실험결과, 수요함수(종속변수가 소비량)로 추정된 계수값이 역수요
함수(종속변수가 가격) 계수값보다 일치성이 높고, 점근적으로 효율성이 높게 나타남
다는 것을 실증 분석하였음.
 - 도매가격을 한우 수급균형에 따른 균형가격으로 설정함.
 - 송아지 산지가격, 소비자가격 등 기타 가격으로의 전이함수 추정함.

2.

- 한우 수급구조와 수급 관련 모형에 관한 문헌조사 및 선행 모형구축 연구
검토, 한우 수급모형 구축을 위한 시계열자료 및 쇠고기이력제 자료 수집,
이력자료 기반 모형 구축을 위한 동 자료 검토 및 활용방안 도출, 수급모형

및 검증, 전문가 의견 수렴으로 이루어짐.

- 문헌조사를 통해 한우 수급구조를 파악하고 수급모형 구축에 필요한 변수들을 포괄적으로 수집·검토한 후 선별적으로 모형구축에 활용함.
- 기존에 「가축동향조사」 자료를 기반으로 구축되었던 선행 수급모형을 검토한 후, 개개의 장점 및 특징을 본 연구에 활용함.
 - KREI-KASMO의 한육우 수급모형, 한우 분기관측모형, 코호트모형 등 선행모형을 검토함.
- 쇠고기이력제 시스템을 운용·관리하고 있는 축산물품질평가원의 이력관리팀과 위탁연구를 체결하여 쇠고기이력제의 시계열자료를 가공 및 수집하고, 동 자료 기반 모형구축을 위한 활용방안을 도출함.
 - 현장조사를 통해 이력자료의 정확도를 검토하고 동자료 기반 한우 공급 부문 현황을 작성함.
 - 계량경제학적 방법을 이용한 함수 추정을 위해서는 충분한 시계열자료 확보가 요구되나 현재까지 축적된 6년간 자료로는 불가능하기 때문에 「가축동향조사」 시계열자료와의 비교 검토 후 활용방안을 도출함.
- 코호트요인법을 이용하여 분기령별 사육두수 변동요인의 크기를 추정하고 계량경제학적 분석방법을 이용하여 모형을 구성하는 개별 함수를 추정함.
 - 이력자료를 기반으로 성·분기령별 폐사율 및 도축률을 추정함.
 - 이력자료 및 「가축동향조사」 자료를 활용하여 정액판매량, 출생두수, 공급 측면과 수요 측면의 성별 도축두수 등 개별 함수를 추정함.
- 추정결과의 현실 적합성을 검토하고 예측력을 검증한 후, 추정함수와 코호트 변동요인을 엑셀을 이용하여 연결함으로써 모형을 구축함.
 - 수요량과 공급량이 균형을 이룰 때 균형가격 도출 계산방법은 미국 미주리

식품농업정책연구소(FAPRI-MU)에서 개발된 엑셀버전을 사용함.

- Eviews 통계 패키지를 활용하여 모형을 구성하는 개별 함수에 대한 계량분석 실시함.
- 구축된 모형의 예측력을 검증하기 위하여 표본 내 오차율 및 표본 외 오차율을 검토함.
 - RMSPE, MAPE, Theil's U를 이용하여 최근 3개년 모형 추정치의 정확도를 검토함.
 - 또한, 2017년 1분기의 모형 추정치와 확정치간 비교를 통해 표본 외 오차율을 검토함.
- 모형의 적합성 및 안정성을 검증하기 위하여 구제역 발생, 경제성장률 변화 시나리오를 산정하고 시뮬레이션 분석을 수행함.
- 학계, 정부, 생산자 단체를 포함하는 전문가 그룹과 관련 정보를 공유하고 다양한 의견을 청취하여 모형 개발에 반영하고 연구자문회의 및 검증회의를 거쳐 개발된 모형에 대한 타당성을 검증함.
- 현장 조사를 병행하고 그 결과를 모형 추정결과와 교차 검토하여, 모형의 현실 반영을 통한 설명력 증대와 전망의 정확도를 고도화함.

3. 연구범위

- 한우의 독립적인 관측을 위해 육우와 젖소를 제외한 한우산업을 중심으로 모형을 구축하며, 암·수 출생두수, 도축두수, 폐사두수, 사육두수, 도매시장 가격, 송아지 산지가격을 분기 시간단위로 전망치를 도출하는 것을 연구범위로 함.

- 2 미만의 도축두수, 폐사두수, 사육두수는 분기령별(3개월령 이하, 3~6개월령, ... , 21~24개월령)로 세분화하고, 2세 이상은 25개월령 이상을 합계하여 모형을 구축함.
- 독립적인 한우 수급전망이 본 연구의 주요 목적이므로 수입 쇠고기는 한우 수급에 반영하지 않음.
 - 한우고기와 수입 쇠고기는 이질적(heterogeneous)이라고 가정하였으며,
 - 다만, 한우 수요량 추정에 수입 쇠고기 단가를 고려함.

제2장

사업 및 자료 추적 방법

1. 쇠고기이력제 도입배경 및 기대효과

- 소의 출생에서부터 도축, 포장처리, 판매에 이르기까지 개체별 정보를 기록·관리하여 위생 또는 안전에 문제가 발생할 경우 그 이력을 추적하여 신속하게 대처하기 위해 도입된 제도임.
 - 축산농가의 생산, 이동, 출하 및 축산물 유통에 대한 거래정보를 기록, 관리함으로써 농가에 대한 방역의 효율성을 도모하고 축산물 유통에 대한 투명성을 높여, 원산지 허위표시 등 둔갑판매 방지로 축산업 및 관련 산업의 건전한 발전을 위해 필요한 제도임.
 - 소 및 쇠고기에 대한 위생·안전 체계의 구축과 유통 투명성을 확보하고, 국내 소 산업의 경쟁력을 강화하기 위해 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」에 근거하여 쇠고기이력제를 도입함.
 - 미국은 개체식별시스템을 실시하는 등 다수의 국가에서 이력제를 시행하고 있으며, EU, 일본, 호주 등에서도 육류 이력제를 시행하고 있음.
- 쇠고기이력제를 통해 소의 질병 및 쇠고기의 위생·안전 문제 발생 시 그

추적하여, 회수, 폐기 등 신속한 조치를 할 수 있음. 또한, 소비자에게 원산지, 농장경영자, 소의 종류, 등급 등의 정보를 제공하여 외국산과 국내산을 차별화하고 유통의 투명성을 제고함. 소의 혈통, 사양정보 등을 이력제와 통합 관리하여 가축개량, 경영개선 등에 기여함.

- 쇠고기이력제 사업은 2004년 10월 선정된 브랜드경영체의 4만 두 대상으로 시범사업을 추진한 후 2008년 12월 22일부터 본사업이 시행되었으며 현재 8년 이상 경과되었음.
 - 2004년 10월, 9개 우수 브랜드경영체를 선정하여 쇠고기이력제 시범사업을 실시하였음.
 - 2005년 이후 매년 시범사업에 참여하는 브랜드경영체를 확대하고 일부 시·군을 중심으로 추진하였으며 2007년 시범사업의 대상 사육두수는 73만 두였음.
 - 2007년 12월 21일, “소 및 쇠고기 이력추적에 관한 법률” 제정·공포함.
 - 2008년 12월 22일, 사육단계에서 쇠고기이력제의 본사업이 시행되었으며, 2009년 6월 22일, 유통단계까지 확대 시행됨.
 - 2010년 5월 25일 “소 및 쇠고기 이력추적에 관한 법률”의 하위법령인 시행령과 시행규칙을 제정·공포함.
 - 2010년 12월 22일, 수입쇠고기 유통이력제가 시행됨.
 - 2014년 12월 28일, 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」 시행됨.
- 쇠고기이력제는 송아지 출생부터 사육, 도축, 포장처리 및 최종 소비하는 판매 단계까지 일련의 이동경로 정보를 관리함.
 - 사육단계에서는 소의 출생 신고, 양도·양수 및 폐사 신고, 변경 신고로 구성. 송아지 출생 시 5일 이내에 위탁기관에 서면으로 신고하고, 30일 이내(육우의 경우 7일)에 귀표 부착 후 이력관리시스템에 정보를 입력함.
 - 소의 양도·양수 및 폐사 시 5일 이내에 위탁기관에 신고하고, 도축을 위해 출하할 경우도 도축장에 출하농가 인적사항 및 이력번호 등 정보

도축검사신청서에 기재 통보함.

- 변경신고는 기 신고한 사항 중 ‘가축 및 축산물 식별대장’의 내용을 변경, 누락오류의 수정을 하고자 하는 경우 신고함.
 - 도축단계에서는 도축신청 접수, 개체식별번호 확인, 위생검사 및 도축, 라벨 출력 및 부착, DNA 시료 채취, 등급 판정을 실시함.
 - 포장처리단계에서는 포장처리장 입고, 발골·정형, 부위별 포장, BOX 포장, 출하와 관련하여 이력 관리를 진행함.
 - 판매단계에서는 판매장 입고, 부분육의 소분할, 이력번호 게시 후 판매, 쇠고기 이력정보 공개로 구성함.
- 쇠고기이력제는 농림축산식품부에서 사업을 총괄하고 있으며, 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」에 따라 시·도 및 국립농산물품질관리원, 농림축산검역본부에는 일부 권한을 위임하고, 축산물품질평가원 및 농협중앙회에는 일부 권한을 위탁함.
- 농림축산식품부에서는 쇠고기이력제의 사업계획 수립, 예산확보 및 집행, 사업 지도·감독을 실시함.
 - 17개 시·도는 위탁기관(135개 지역 농·축협 등)의 귀표부착, 사육단계 DNA동일성검사 등 사육단계 이력관리 및 도축, 식육포장처리·판매업 영업자에 대한 지도·감독을 실시함.
 - 국립농산물품질관리원은 식육포장처리업·판매업 영업자에 대한 지도·감독을 실시함.
 - 농림축산검역본부는 수입쇠고기 유통이력관리 시스템 관리 등을 담당함.
 - 농협중앙회는 귀표의 구매·공급관리 및 사육단계 교육·홍보 실시함.
 - 축산물품질평가원은 이력관리시스템 관리 및 이력지원실(1577-2633) 운영 및 DNA동일성 검사를 실시함.

2. 쇠고기이력제 자료 축적 방법

- 산농가 신고를 기반으로 실시간으로 관리되고 있으며, 동 정보 관리를 위해 「가축 및 축산물 이력관리에 관한 법률」에 따라 이력관리시스템을 구축하여 운영 중에 있음.
 - 개체 상태가 변할 경우(출생·양도·양수·폐사 등) 농가의 신고를 통해 12자리 개체식별번호를 기준으로 이력관리시스템에 해당 자료를 축적 또는 변경하며 개체 이력을 축적하는 방식으로 관리되고 있음.
- 이와 같이, 지속적으로 소 개체마다 정보를 관리하여 축적되므로 이력제자료는 표본조사를 통한 통계청 가축통계보다 정확한 정보를 갖는 것으로 여겨지고 있음.
- 쇠고기이력제 자료를 집계와 실시간을 구분하여 자료를 추출함.
 - 집계 자료는 변경 및 지연 신고 여부와 상관없이, 매월 1회 집계된 자료로 동 연구에서는 사육두수를 의미함.
 - 실시간 자료는 변경 및 지연 신고 결과를 반영하여 현재를 기준으로 이력관리시스템에서 추출된 자료로, 동 연구에서는 출생, 도축, 폐사두수를 의미함.

제 3 장

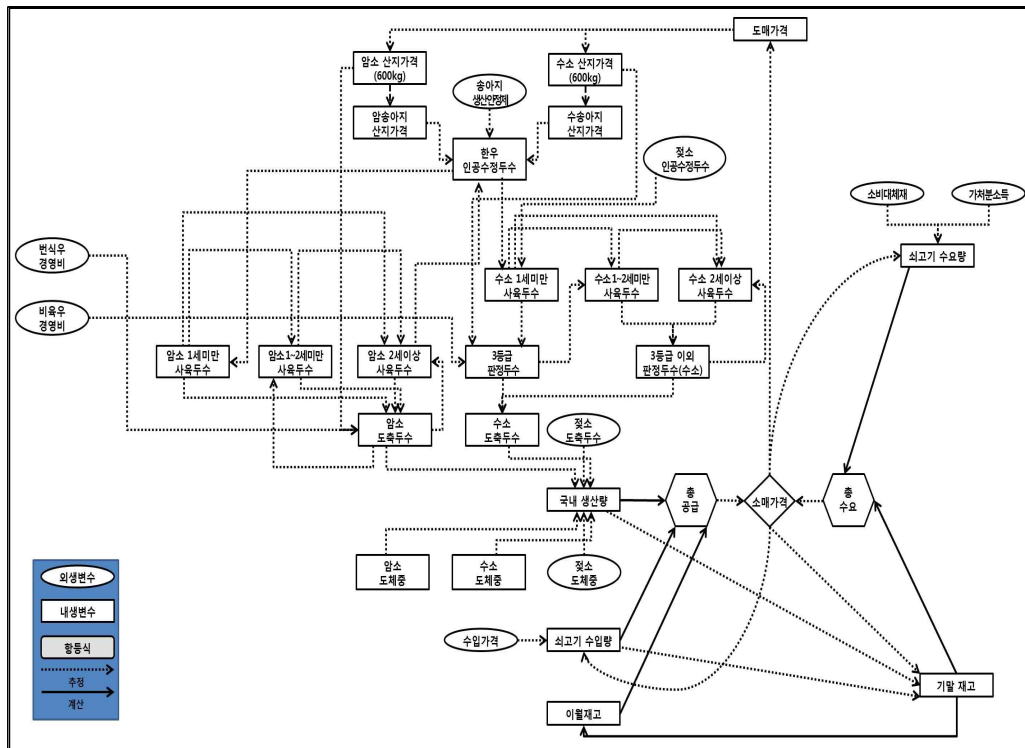
활용한 한우 수급모형 설계

1절. 한우 관련 선행 수급모형 검토

1. KREI-KASMO

- KREI-KASMO 농업부문에 국한된 부분균형모형으로 품목 상호간에 생산 및 소비 대체로 연결되어 있는 계량경제학적 연립방정식 체계로 구성되어 있으며 연간 자료를 기반으로 한국 농업부문의 중장기 전망을 주요 목적으로 개발되었음.
- KREI-KASMO에는 육우와 젖소를 포함하여 한육우 산업 전반을 반영한 한육우 수급모형이며, 모형의 수급 구조는 다음 <그림3-1>과 같음.

그림 3-1. 한육우 수급모형 구조 개념도(한석호 외, 2015)



: 본 연구진이 작성함.

- KREI-KASMO 한육우 모형은 한우, 젖소, 육우의 도축두수와 도체중을 이용하여 산출된 쇠고기 공급부문과 쇠고기 수요부문으로 구분됨. 쇠고기의 총공급량과 총수요량을 일치하게 하는 균형가격이 도출되며, 개별 방정식들은 통상최소자승법(OLS)으로 추정되었음.

○ 암소 사육 부문

- 인공수정두수는 암소 2세 이상 사육두수와 송아지 산지가격에 따라서 결정됨. 결정된 인공수정두수는 암소 1세 미만 사육두수를 결정하고, 암소 1세 미만 사육두수와 암소 도축두수가 암소 1세 이상~2세 미만 사육두수를 결정함. 암소 2세 이상 사육두수는 암소 도축두수와 1세 이상~2세

사육두수, 암소 1세 미만 사육두수에 의하여 결정됨.

○ 수소 사육 부문

- 수소 1세 미만 사육두수는 젖소 인공수정두수와 한우 인공수정두수에 따라서 결정됨. 결정된 수소 1세 미만 사육두수와 3등급 판정두수 일부가 수소 1세 이상~2세 미만 사육두수를 결정하고, 수소 2세 이상 사육두수는 수소 1세 미만 사육두수, 수소 1세 이상~2세 미만 사육두수, 3등급 이외 도축두수에 의하여 결정됨.

○ 암소 도축두수는 번식우 경영비와 암소 사육두수에 의하여 결정되며, 수소 도축두수는 3등급 판정두수와 3등급 이외 판정두수를 합산하여 도출됨.

- 3등급 판정두수는 1세 미만 사육두수와 수소 산지가격에 의하여 결정됨.
- 3등급 이외 판정두수는 수소 1세 이상~2세 미만 사육두수와 수소 2세 이상 사육두수에 의하여 결정됨.

○ 도출된 암소 도축두수, 수소 도축두수, 젖소 도축두수와 암소 도체중, 수소 도체중, 젖소 도체중을 이용하여 국내 쇠고기 생산량이 결정됨. 국내 쇠고기 생산량은 쇠고기 수입량, 이월재고량과 합산되어, 쇠고기 총공급량이 도출됨.

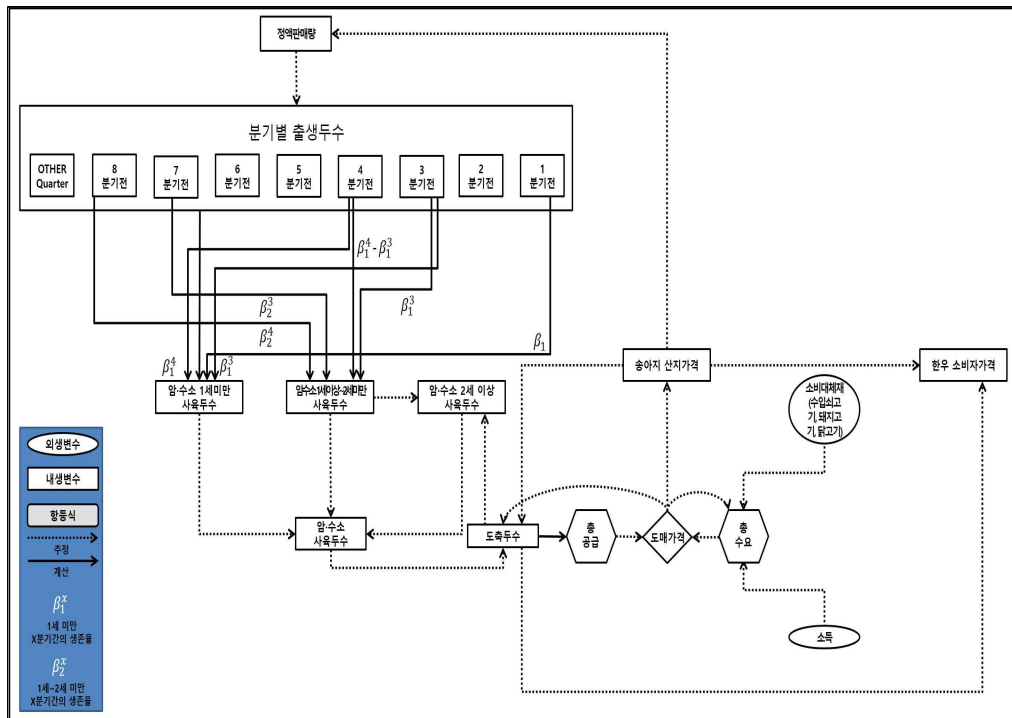
○ 쇠고기 수요량은 쇠고기 소비자가격과 쇠고기 소비 대체재인 돼지고기, 닭고기, 곡물의 소비자가격과 가처분 소득에 의하여 결정됨. 쇠고기 수요량은 수출량과 합산되어, 쇠고기 총수요량이 결정됨.

○ 시장청산조건(쇠고기 총수요량=쇠고기 총공급량)을 만족하는 균형가격이 도출되는 시장은 최종 소비자 시장이며, 소비자가격에 의해서 도매가격이 결정되고, 도매가격은 암·수소 산지가격과 암·수송아지 산지가격을 결합함.

2. 한우 분기관측모형(조재성 외, 2014)

- 외(2014)는 한우의 독립적인 수급 전망을 위해 분기별 「가축동향조사」 자료를 이용하여 분기 단위 수급모형을 구축함. 1세 미만 소의 분기 생존율과 1세 이상 2세 미만 소의 분기 생존율을 최소절대편차 추정기법을 이용하여 추정하였음. 정액판매량, 2세 이상 사육두수, 도축두수, 산지가격, 소비자가격은 통상최소자승법으로 추정하였음.
- 한우 분기관측모형의 수급구조는 다음 <그림3-2>와 같음.

그림 3-2. 조재성 외(2014) 한우 수급모형 구조 개념도



: 본 연구진이 작성함.

- 정액판매량 추정을 위해 송아지 산지가격을 설명변수로 사용하였으며, 추정

정액판매량으로부터 분기별 출생두수를 추정하며, 1세 미만 분기별 생존율, 1세 이상~2세 미만 분기별 생존율을 이용하여 1세 미만, 1세 이상~2세 미만 사육두수를 추정함.

- 2세 이상 사육두수는 앞서 추정된 1세 미만 사육두수, 1세 이상~2세 미만 사육두수, 성별 도축두수를 이용하여 추정함.
- 시장청산조건에 이용한 시장은 도매시장으로, 도축두수를 공급량인 동시에 수요량으로 활용하였고 경락가격을 균형가격으로 사용하였음.
 - 도축두수의 수요함수는 돼지고기 소비자가격, 닭고기 소비자가격, 쇠고기 도매가격, 쇠고기 수입가격, 실질 국민총소득을 설명변수로 이용하여 추정함.
 - 도축두수의 공급함수는 전기 사육두수, 경락가격과 산지가격의 비율을 이용하여 추정함.
 - 경락가격으로부터 소비자가격, 한우 산지가격, 송아지 산지가격이 결정 되도록 구축됨.

3. 선행 모형과 본 모형 비교

- KREI-KASMO는 농업부문에 한정된 부분균형모형으로 한우뿐만 아니라 육우와 젖소를 포함한 쇠고기 시장의 수급모형이 구축되어 있음. 본 연구에서는 한우의 독립적인 수급전망이 주요 목적이기 때문에 한우 분기관측모형과 동일하게 육우와 젖소를 제외한 한우산업 중심의 모형을 구축함.
- KREI-KASMO는 한국농업의 중장기 전망을 주요 목적으로 개발되어 연도별 자료를 기반으로 구축된 연간 모형인데 반해, 한우 분기관측모형은 「가축동향조사」의 분기별 자료를 기반으로 구축된 분기 모형임. 본 연구에서는

추출자료를 기반으로 분기 단위 수급전망 모형을 구축함.

- 사실상 쇠고기이력제의 장점을 최대한으로 활용하려면 월령별 폐사율 및 월령별 도축률의 월별 코호트요인 계수 추정이 가능하기 때문에 월별 단위 수급전망 모형을 구축해야 함.
 - 그러나 수요 측면 도축두수 추정에 있어 가장 중요한 설명변수인 실질소득의 월별 자료 확보가 불가능하기 때문에 월별 단위 수급전망 모형 구축을 본 연구에서는 시도하지 않음.
- KREI-KASMO와 한우 분기관측모형은 공급부문 사육두수를 성별·연령별(1세 미만, 1세 이상~2세 미만, 2세 이상)으로 구성하였음. 본 연구에서는 쇠고기이력제가 갖고 있는 고유의 장점인 한우 개체별 사육현황 정보를 활용하여 한우 사육두수의 코호트를 분기령별(3개월 이하, 3~6개월 이하, ... , 21~24개월 이하, 2세 이상)로 구성함.
- KREI-KASMO는 수급관련 모든 행태방정식을 함수로 구성하여 계량경제학적 방법으로 추정하였으며, 한우 분기관측모형은 1세 미만 사육두수의 생존율과 1세 이상~2세 미만 사육두수의 생존율을 추정하고 이를 이용하여 2세 미만 사육두수를 전망하였음. 본 연구에서는 쇠고기이력제 추출자료를 토대로 분기령별 폐사율, 분기령별 도축률, 출생성비 등 코호트요인 계수를 추정하고, 이를 이용하여 분기령별 사육두수를 코호트요인법으로 산출함. 한우 농가의 의사결정이 반영되는 함수 추정 시에는 계량경제학 방법을 이용함.
- KREI-KASMO는 젓소 포함 육우와 한우, 수입 쇠고기를 동질(homogeneity)로 가정하고 한·육우의 도축두수와 도체중을 곱하여 산출된 국내 쇠고기 생산량과 쇠고기 수입량을 합한 총 쇠고기 공급량과 총 쇠고기 수요량이 일치되는 소매시장의 불고기 3등급 소비자가격을 시장균형가격으로 도출되도록 설계되어 있음. 반면에 한우 분기관측모형은 한우를 육우 및 수입 쇠고기

이질적(heterogeneity)이라고 가정하고 한우 도축두수의 공급과 수요가 일치되는 한우 도매시장의 경락가격을 시장균형가격으로 도출되도록 설계되어 있음. 본 연구에서는 한우 분기관측모형과 동일하게 설계함.

- KREI-KASMO와 한우 분기관측모형은 통계청의 「가축동향조사」 자료를 기반으로 구축한데 반해 본 연구에서는 쇠고기이력제로부터 추출된 자료를 바탕으로 구축함.

표 3-1. 선행모형과 본 모형 비교

	KREI-KASMO	한우 분기관측	쇠고기이력제 활용
범위	, 젓소 포함한 한육우	한우	한우
시간단위	연간	분기	분기
코호트단위	연령별	연령별	분기령별 + 연령별
구조	함수식의 추정치 이용	2세 이하 사육두수는 연령별 생존율 이용	코호트요인법과 계량경제학적 방법 이용
시장균형조건	쇠고기 공급량 = 쇠고기 수요량	한우 도축두수(공급) =한우 도축두수(수요)	한우 도축두수(공급) =한우 도축두수(수요)
균형가격 (시장)	불고기 3등급 소비자가격 (소매시장)	경락가격 (도매시장)	경락가격 (도매시장)
주요가정	한우, 육우, 젓소, 수입쇠고기 동질	한우, 육우, 젓소, 수입쇠고기 이질	한우, 육우, 젓소, 수입쇠고기 이질
자료출처	가축동향조사 (통계청)	가축동향조사 (통계청)	쇠고기이력제

2절. 모형의 구조

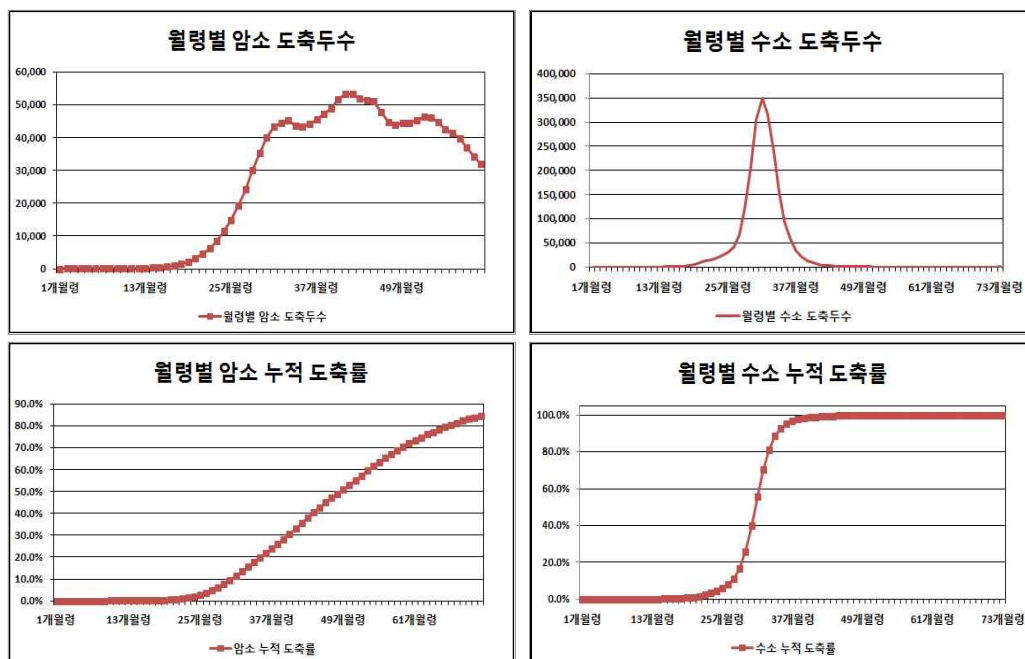
- 수급모형은 기본적으로 공급부문, 수요부문, 가격부문으로 구성됨. 도축두수의 수요량과 공급량이 결정되면 시장청산조건(수요량=공급량)을 만족하게 하는 한우 경락가격(시장균형가격)이 도출됨. 경락가격과 산지가격은 일정한 시차를 두고 연동되기 때문에 경락가격은 미래의 산지가격을 결정하며 이는 다시 미래의 수급을 결정함.
- 공급부문 모형은 성별 출생두수, 성별·분기령별(2세 이하) 사육두수, 성별 도축두수로 구성되며, 전체 사육두수는 모든 성별·분기령별 사육두수의 합으로 계산됨.
- 성별·분기령별 사육두수는 개체별 사육현황 정보를 기록·관리하는 쇠고기이력제의 고유한 장점을 활용하기 위하여 코호트요인법을 이용하여 구성하였음.
 - 이력자료를 기반으로 월별 출생두수, 월령별 사육두수, 월령별 폐사두수, 월령별 도축두수 자료를 암·수 성별로 구분하여 자료 추출이 가능하기 때문에 출생성비, 성별·월령별 도축률, 성별·월령별 폐사율을 추정할 수 있음.
 - 출생성비를 이용하여 성별 출생두수를 도출하고, 성별·월령별 도축률과 성별·월령별 폐사율을 이용하여 성별·분기령별 사육두수를 산출함.
 - 연령별 사육두수를 결정하는데 있어 계량경제학적 방법의 추정된 함수를 사용하지 않고 코호트요인법을 사용하여 안정적이고 고도화된 모형 구축을 시도함.
- 하지만, 농가의 번식의향과 도축의향은 경제학적 요인에 의해 결정되기 때문에 한우의 전체 생애주기를 코호트요인법으로 구성할 수 없음.
 - 도축두수를 결정하는 농가의 도축의향은 도매가격, 산지가격 등 경제학적 요인에 의해 결정됨. 따라서 도축두수는 계량경제학적 방법으로 추정

함수를 이용함.

- 코호트요인법을 이용한 모형구축의 월령 기준을 정하기 위하여 암·수소의 월령별 도축패턴을 살펴본 결과, <그림3-3>과 같이 25개월령 이후 도축이 빠르게 증가하는 것으로 나타남.
- 암소 1~24개월령의 누적 도축률은 1.95%에 불과하지만, 25개월령 도축률은 0.69%임.
 - 수소 1~24개월령의 누적 도축률은 4.41%에 불과하지만, 25개월령 도축률은 1.44%임.

그림 3-3. 암·수소 도축 패턴

단위: 두, %



: 2017년 2월 1일자 기준 이력시스템에서 추출된 자료를 이용함.

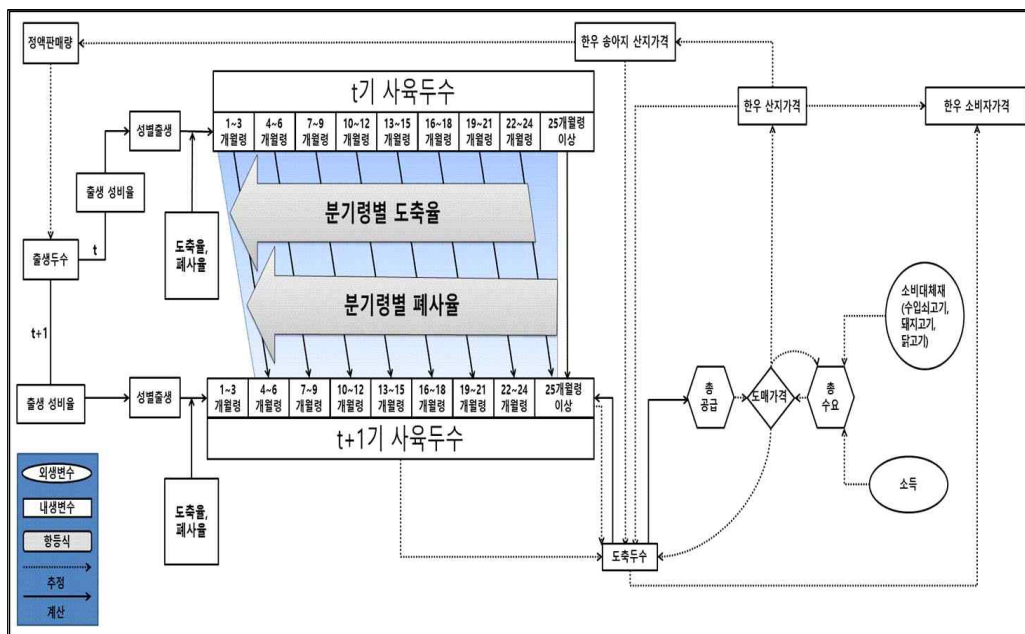
자료: 축산물품질평가원.

- 이와 같은 도축패턴을 고려하여 24개월령까지는 전기 사육두수에서 도축두

폐사두수를 제하여 당기 사육두수를 추정하는 코호트요인법으로 구축하고, 25개월령 이상은 하나의 코호트(변수)로 구성하여 모형을 구축함.

- 암·수소 25개월령 이상 도축두수는 계량경제학적 방법으로 추정된 전체 도축두수에서 코호트요인인 25개월령 미만 도축률에 의해 산출된 25개월령 미만의 도축두수를 차감하여 산출됨.
- 출생두수를 결정하는 농가의 번식의향(정액 판매량)과 도축두수를 결정하는 농가의 도축의향(도축두수), 한우 도매가격에 영향을 미치는 소비자의 한우 수요, 송아지 및 큰 소의 산지가격 등은 계량경제학적 방법을 이용하여 함수 추정한 후 모형을 구축함.
- 쇠고기이력제 자료를 활용한 한우모형의 수급구조 개념도는 <그림3-4>과 같음.

그림 3-4. 쇠고기이력제를 활용한 한우모형 수급구조 개념도



: 본 연구진이 작성함.

3절. 분석자료

- 절에서는 쇠고기이력제를 기반으로 한 한우 수급모형 구축에 이용된 DB의 구축방법을 요약 및 소개하고 「가축동향조사」 자료와 비교·검토한 결과를 정리함.

1. 사육두수 DB

가. 코호트요인법 모형 DB 구축

- 코호트요인법을 이용하기 위한 성별·분기령별 사육두수 DB는 25개월 이상을 적극적인 도축시작 시점으로 가정하여 월별 사육두수를 1~3개월령, 4~6개월령, ... , 22~24개월령, 25개월령 이상의 분기령별로 분류함.
- 24개월령 이하 성별·분기령별 사육두수는 다음과 같이 산출됨.
 - i 는 송아지가 출생한 분기를 의미하며 t 는 사육 개체수를 산출하는 시점의 분기를 의미함. 예를 들어, 4~6개월령 사육두수 $i=4$ 는 4분기(2011년 9월부터 11월 말) 동안 출생한 송아지의 5분기 시점(2012년 3월 1일) 4~6개월령 사육두수를 의미함.
 - t 기 시점에 1~3개월령 사육두수(=1~3개월령 사육두수 $_t^i$)는 i 기(= t 기) 동안 출생한 송아지(=출생두수 $_t^i$)로부터 1~3개월령 도축두수(=1~3개월령 도축두수 $_t^i$)와 폐사두수(=1~3개월령 폐사두수 $_t^i$)를 차감하여 산출함.
 - t 기 시점에 4~6개월령 사육두수(=4~6개월령 사육두수 $_t^i$)는 i 기(= $t-1$ 기) 동안 출생한 1~3개월령 사육두수(=1~3개월령 사육두수 $_{t-1}^i$)에서 i 기에 출생한 송아지 중 4~6개월령 도축두수(=4~6개월령 도축두수 $_t^i$)와 폐사두수(=4~6개월령 폐사두수 $_t^i$)를 제하여 산출함.

- 1 3 월령)사육두수ⁱ

$$= \text{출생두수}_t^i - (1 \text{ 3개월령})\text{폐사두수}_t^i - (1 \text{ 3개월령})\text{도축두수}_t^i$$
- (4 6개월령)사육두수ⁱ

$$= (1 \text{ 3개월령})\text{사육두수}_{t-1}^i - (4 \text{ 6개월령})\text{폐사두수}_t^i - (4 \text{ 6개월령})\text{도축두수}_t^i$$
- (22 24개월령)사육두수ⁱ

$$= (19 \text{ 21개월령})\text{사육두수}_{t-1}^i - (22 \text{ 24개월령})\text{폐사두수}_t^i - (22 \text{ 24개월령})\text{도축두수}_t^i$$
- 25 이상 성별 · 분기령별 사육두수는 i기 출생된 성별 · 분기령별 사육두수뿐만 아니라 i기 이전 출생된 소들의 사육두수를 고려해야 함.
 - t기 시점에 25개월령 이상 사육두수는 t-1기 시점에 22개월령 이상 사육두수에 t기 동안 25개월령 이상 도축두수와 폐사두수를 제하여 산출함.
 - (25개월령 이상)사육두수_t = (22 24개월령)사육두수_{t-1}

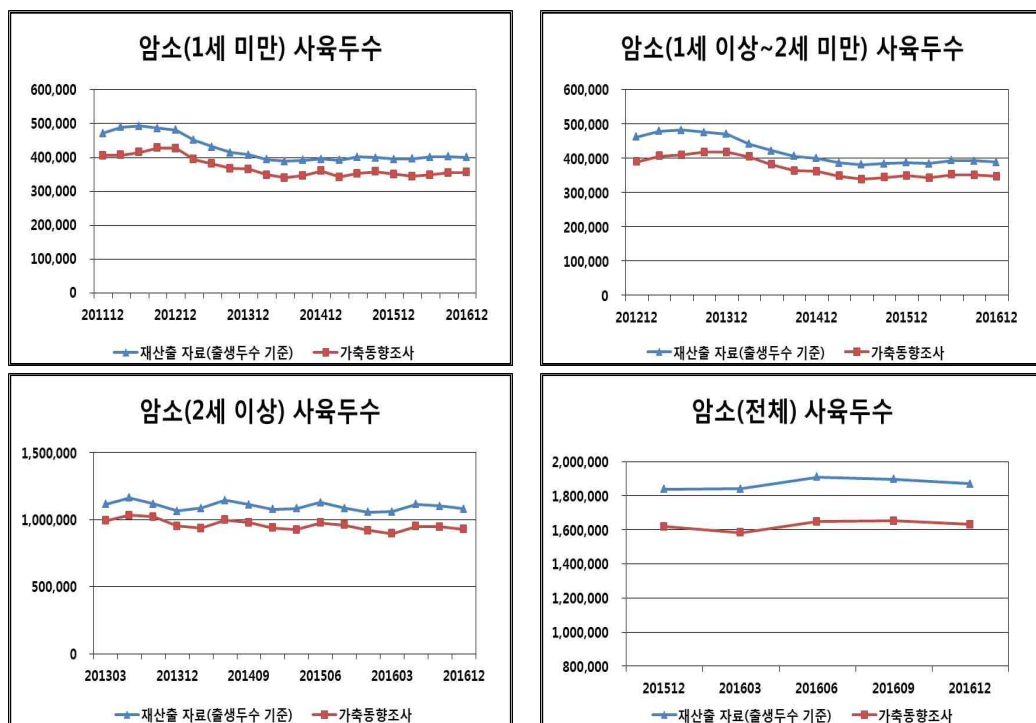
$$+ (25\text{개월령 이상})\text{사육두수}_{t-1} - (25\text{개월령 이상})\text{도축두수}_t - (25\text{개월령 이상})\text{폐사두수}_t$$
- 위와 같은 방법으로 사육두수 DB를 구축하였으나, 계량경제학적 방법의 함수 추정을 위해서는 시계열자료의 충분한 확보가 필요함.
- 따라서, 2011월 1월부터 2016년 12월 기간 동안 쇠고기이력제 기반 재산출 자료와 통계청 「가축동향조사」 자료를 비교 · 검토한 후, 쇠고기이력제 기준 과거 사육두수 DB를 추정하여 구축함.
 - 통계청 「가축동향조사」 자료는 월령별 또는 분기령별로 세분화되어 있지 않기 때문에 쇠고기이력제 재산출 자료를 「가축동향조사」의 분류체계와 동일하게 구분함.
 - 1개월령~12개월령을 1세 미만, 13개월령~24개월령을 1세 이상~2세 미만, 25개월령 이상을 2세 이상으로 구분하고 통계청 「가축동향조사」

비교·검토함으로써 활용가능성을 검토함.

(1) 암소 사육두수

- 쇠고기이력제 재산출 자료를 「가축동향조사」 분류체계인 연령별로 구분하면 <그림3-5>와 같이 암소 전체 사육두수는 차이는 있으나 증감 추세는 유사한 것으로 나타남.

그림 3-5. 쇠고기이력제 재산출 자료와 「가축동향조사」 자료 암소 사육두수 비교
단위: 두



: 2017년 2월 1일자 기준 이력시스템에서 추출된 자료를 재산출함.

자료: 축산물품질평가원, 통계청.

- 이력제 기반 재산출 자료와 「가축동향조사」 자료의 사육두수를 비교·검토한 결과, 수준차이는 다소 있으나 시간의 흐름에 따른 증감 추세는 전반적으로 유사한 것으로 나타남. 따라서 두 자료 간의 평균 차이를 「가축동향조

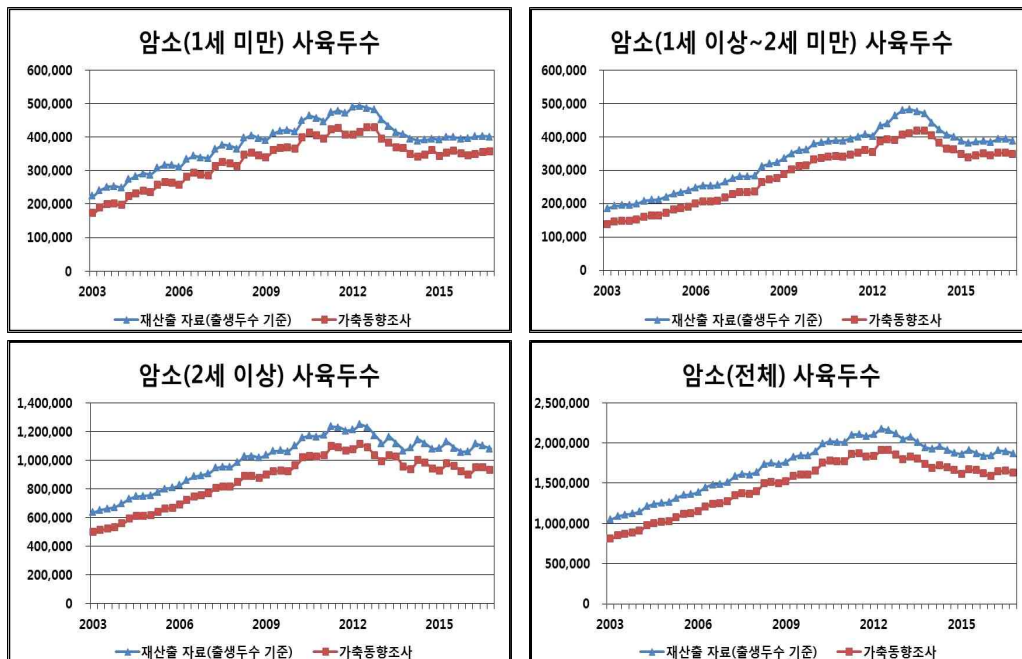
」 자료에 적용하여 이력자료 기준의 과거 자료를 추정함.

- 1세 미만 암소 사육두수는 2011년 4분기 이후부터는 이력제 재산출 자료를 이용하고 이전은 「가축동향조사」 자료를 보정하여 이용함.
- 1세 이상~2세 미만 암소 사육두수는 2012년 4분기 이전까지 「가축동향조사」 자료를 보정하여 이용함.
- 2세 이상 암소 사육두수는 2013년 1분기 이전까지 「가축동향조사」 자료를 보정하여 이용함.

○ 위와 같은 방법으로 추정된 연령별 암소 사육두수는 <그림3-6>과 같음.

그림 3-6. 쇠고기이력제 암소 사육두수 재추정 결과(2003~2016)

단위: 두



: 2017년 2월 1일자를 기준으로 이력시스템에서 추출된 자료를 재산출함.

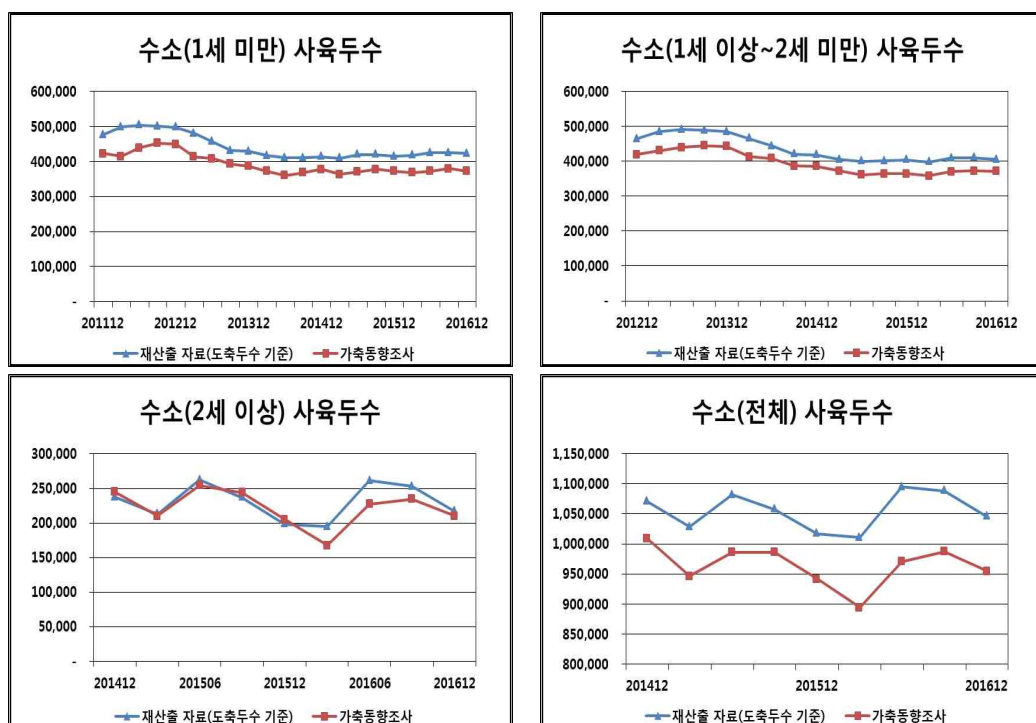
자료: 축산물품질평가원, 통계청.

(2) 수소 사육두수

○ 수소 또한 암소와 마찬가지로 이력제 기반 재산출 사육두수는 통계청 「가축

」 자료의 사육두수와 시계열 흐름은 비슷하나 수준 차이가 있는 것으로 나타남.

그림 3-7. 쇠고기이력제 재산출 자료와 「가축동향조사」 자료 수소 사육두수 비교
단위: 두



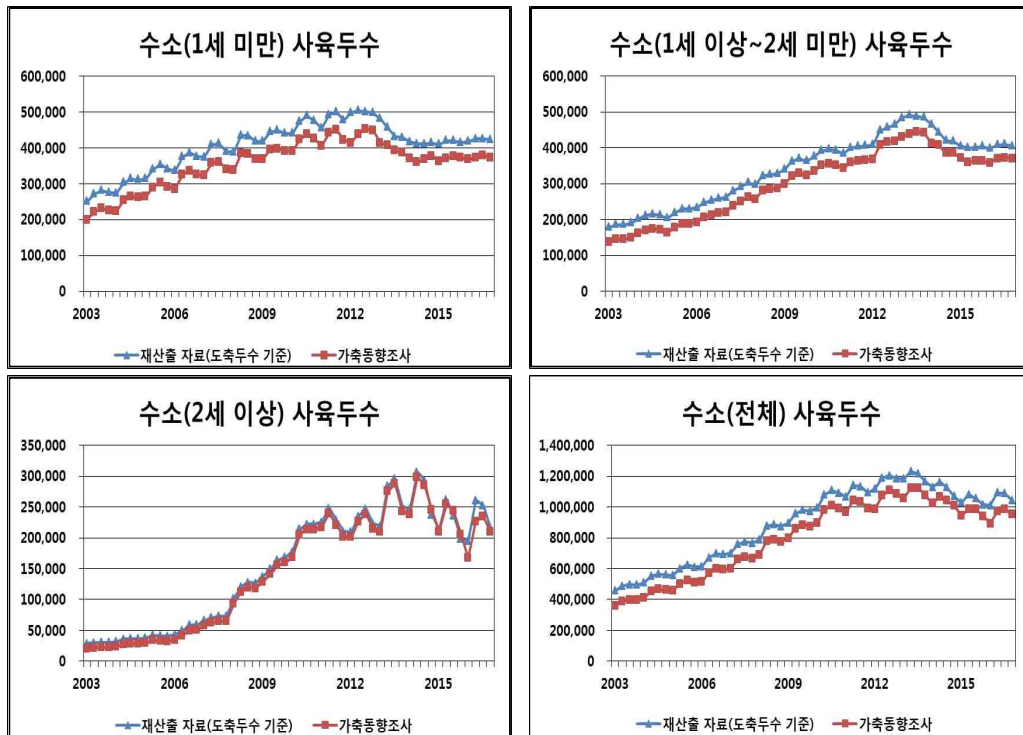
: 2017년 2월 1일자 기준 이력시스템에서 추출된 자료를 재산출함.
자료: 축산물품질평가원, 통계청.

- 수소의 통계청 「가축동향조사」의 사육두수와 이력제 기반 재산출 사육두수를 비교한 결과, 흐름이 매우 유사한 것으로 나타나, 암소의 과거 사육두수 보정방법과 동일하게 수소의 과거 연령별 사육두수를 「가축동향조사」 자료와 이력제 기반 재산출 자료의 차이를 보정하여 추정함.
 - 1세 미만 수소 사육두수는 2011년 4분기까지 통계청 「가축동향조사」 기준 보정자료를 이용하고, 이후는 이력제 기반 재산출 자료의 분기별 사육두수를 이용

- 1 이상~2세 미만 수소 사육두수는 2012년 4분기 이전까지 통계청 「가축동향조사」 자료를 보정하여 이용함.
 - 2세 이상 수소 사육두수는 2015년 4분기 이전까지 「가축동향조사」 자료를 보정하여 이용함.
- 추정결과는 <그림3-8>과 같으며, 쇠고기이력제를 활용한 분기관측모형 구축에 이용가능한 사육두수 자료를 확보하였음.

그림 3-8. 쇠고기이력제 수소 사육두수 재추정 결과(2003~2016)

단위: 두



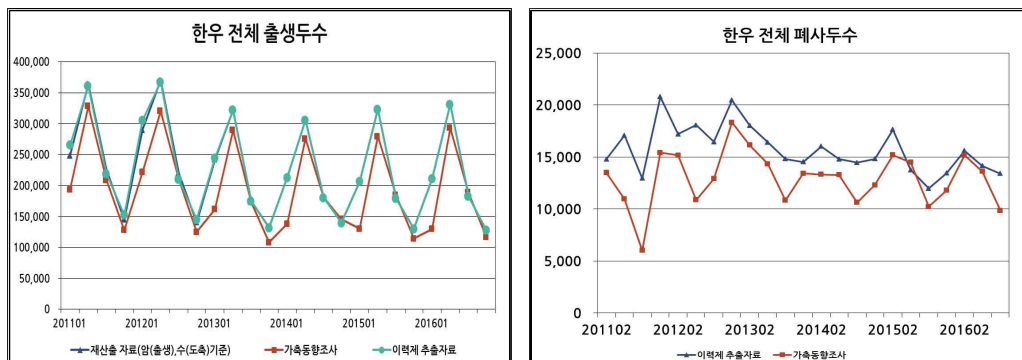
: 2017년 2월 1일자를 기준으로 이력시스템에서 추출된 자료를 재산출함.
 자료: 축산물품질평가원, 통계청.

2. 출생두수 및 폐사두수

- 「가축동향조사」 자료의 출생두수 및 폐사두수를 비교한 결과, 출생두수의 계절적 흐름은 매우 유사한 것으로 나타났음. 반면 폐사두수는 초기에 두 자료 간 차이가 일정부분 나타났으나, 최근에 유사한 패턴을 보임.

그림 3-9. 쇠고기이력제 출생두수 재추정(2011~2016)

단위: 두



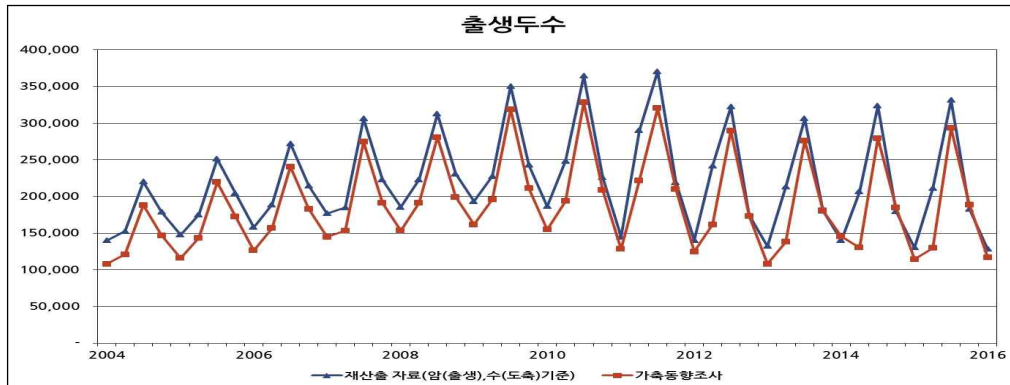
: 2017년 2월 1일자를 기준으로 이력시스템에서 추출된 자료를 재산출함.

자료: 축산물품질평가원, 통계청.

- 이력제 기반 재산출 자료와 「가축동향조사」 자료 간 평균 차이를 보정하여 이력제 자료 기준의 2004~2010년 출생두수를 추정하였음. 그 결과, <그림 3-10>와 같은 유사한 패턴을 보이는 안정적인 자료를 확보함.

그림 3-10. 쇠고기이력제 출생두수 재추정 결과(2004~2016)

단위: 두



: 자료는 2017년 2월 1일자를 기준으로 이력시스템에서 추출된 자료를 가공함.
 자료: 축산물품질평가원, 통계청.

3. 코호트요인 적용 출생성비, 폐사율과 도축률

가. 출생성비

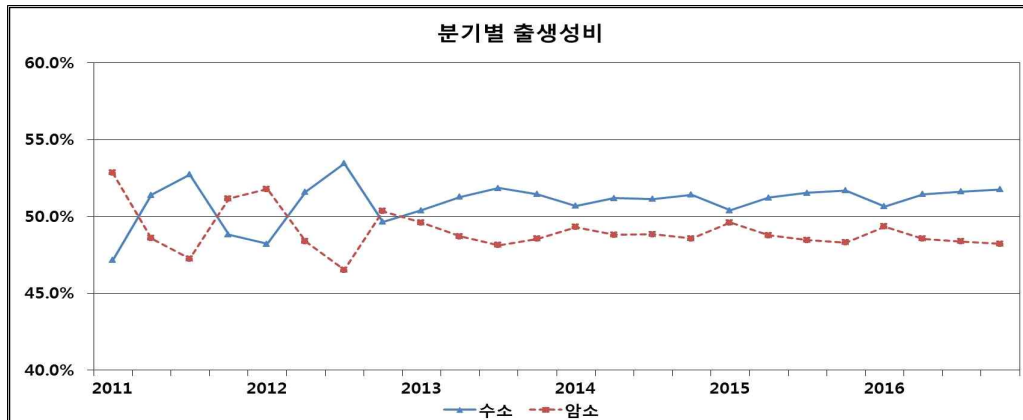
- 수소 출생성비는 암소와 수소 출생두수를 전체 출생두수로 나누어 도출함.

$$\text{암} \cdot \text{수소 출생률} = \frac{\text{암} \cdot \text{수소 출생두수}}{\text{체 출생두수}}$$

- 출생성비를 분기별로 살펴보면 2013년 이전에는 암소가 수소보다 성비가 높았던 분기도 있었으나 2013년 이후에는 수소가 암소보다 항상 높은 것으로 나타남.

그림 3-11. 분기별 출생성비

단위: %



: 2017년 2월 1일자를 기준으로 이력시스템에서 추출된 자료를 이용함.

자료: 축산물품질평가원.

나. 폐사율

- 사육두수 추정에 이용되는 생존율의 대리변수임.
- t기의 성별·분기령별 폐사율은 동기간 출생한 t-1기 성별·분기령별 사육두수의 폐사 비중을 의미함. 폐사율 계산 방법은 다음과 같으며, 생두수는 t기간 출생두수, 월령별 폐사두수_t, 월령별 사육두수_t는 동기간 월령별 폐사두수와 사육두수를 의미함.
 - 25개월령 이상 폐사율은 당기 동안 폐사한 25개월령 이상 두수를 전기 22개월령 이상 사육두수로 나누어 산출함.

$$\text{1~3개월령 폐사율} = \frac{\text{3개월령 폐사두수}_t}{\text{생두수}_t}$$

$$\text{4~6개월령 폐사율} = E_t \frac{4}{1} \frac{\text{6개월령 폐사두수}_t}{\text{3개월령 사육두수}_{t-1}}$$

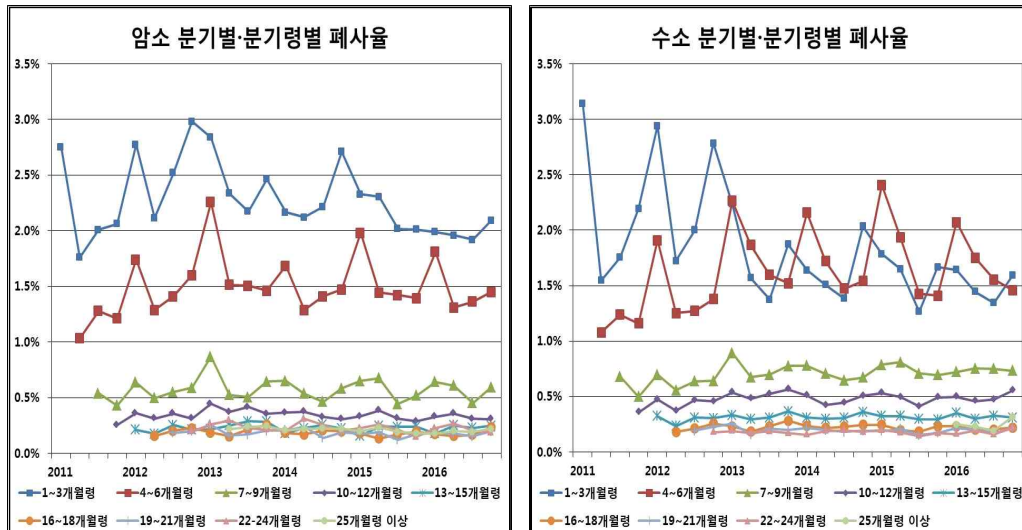
$$- 22 \sim 24 \quad \text{폐사율} = \frac{22 \sim 24 \text{개월령 폐사두수}_t}{9 \sim 21 \text{월령 사육두수}_{t-1}}$$

- 25개월령 이상 폐사율

$$= \left(\frac{25 \text{개월령 이상 폐사두수}_t}{22 \sim 24 \text{개월령 사육두수}_{t-1} + 25 \text{개월령 이상 사육두수}_{t-1}} \right)$$

- 대장균 설사병, 살모넬라성 설사병 등 송아지 설사병과 기관지폐렴 등 질병은 출생 초기에 자주 발병하여 폐사의 원인이 되기 때문에 1~3개월령 송아지의 폐사율이 가장 높은 것으로 나타남.
- 2년 이하 분기령 중, 폐사율이 가장 적은 분기령은 암소 19~21개월령(0.18%)이며, 수소 22~24개월령(0.18%)으로 나타남.
- 25개월령 이상은 암소가 0.21%로 19~21개월령 대비 0.02%p 높으며, 수소는 0.25%로 22~24개월령 대비 0.07%p 높은 것으로 나타남.

그림 3-12. 한우 수급모형 적용 폐사율(2011~2016)



: 자료는 2017년 2월 1일자를 기준으로 이력시스템에서 추출된 자료를 이용함.
 자료: 축산물품질평가원, 통계청.

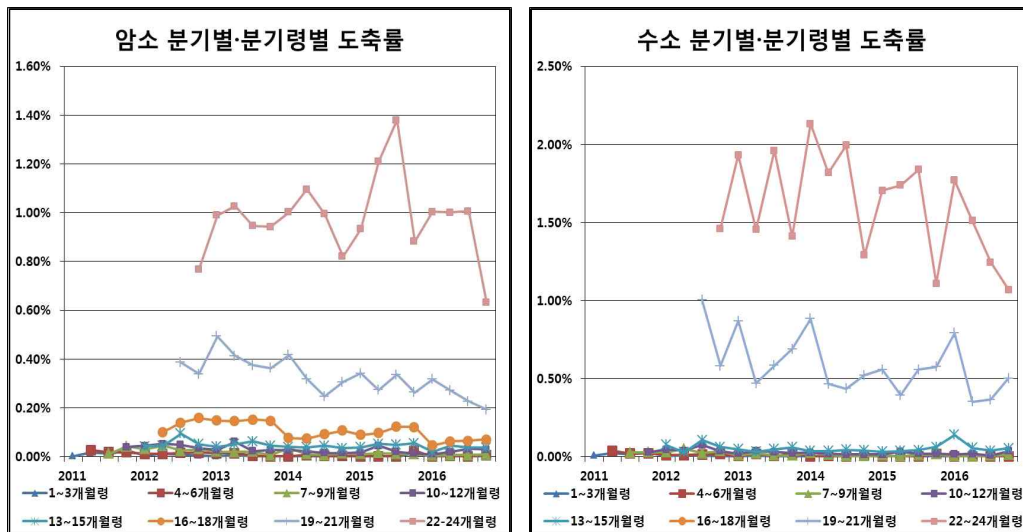
다. 도축률

- 발생 시 동거축 도축으로 인하여 어린 소의 도축이 있기 때문에 이를 반영하기 위하여 성별·분기령별 도축률을 계산함.
- t 기의 성별·분기령별 도축률은 동기간 출생한 $t-1$ 기 성별·분기령별 소의 도축 비중을 의미함. 도축률을 계산하는 방법은 다음과 같으며, 생두수는 t 기간 동안 출생두수, 월령별 도축두수 _{t} , 월령별 사육두수 _{t} 는 동기간의 월령별 도축두수와 사육두수를 의미함.

$$\text{1~3개월령 도축률} = \frac{\text{3개월령 도축두수}_t}{\text{생두수}_t}$$

$$\begin{aligned}
 - 4 \sim 6 \quad \text{도축률} &= \frac{4}{3} \frac{6\text{개월령 도축두수}_t}{\text{월령 사육두수}_{t-1}} \\
 - 22 \sim 24\text{개월령 도축률} &= E_t \left(\frac{22}{19} \frac{24\text{개월령 도축두수}_t}{21\text{개월령 사육두수}_{t-1}} \right)
 \end{aligned}$$

그림 3-13. 한우 수급모형 적용 도축률(2011~2016)



: 2017년 2월 1일자를 기준으로 이력시스템에서 추출된 자료를 이용함.
 자료: 축산물품질평가원, 통계청.

표 3-2. 한우 월령별 폐사율, 도축률, 성별 출생비율(추정)

단위: %

구분	암소				수소			
	폐사율		도축률		폐사율		도축률	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
1-3개월령 ¹⁾	2.28	0.33	0.00	0.01	1.84	0.50	0.00	0.01
4-6개월령 ²⁾	1.49	0.26	0.01	0.01	1.63	0.36	0.01	0.01
7-9개월령 ³⁾	0.57	0.10	0.02	0.01	0.70	0.08	0.02	0.01
10-12개월령 ⁴⁾	0.34	0.04	0.03	0.01	0.48	0.05	0.03	0.01
13-15개월령 ⁵⁾	0.23	0.04	0.05	0.01	0.31	0.03	0.05	0.03
16-18개월령 ⁶⁾	0.19	0.03	0.11	0.04	0.22	0.03	0.16	0.07
19-21개월령 ⁷⁾	0.18	0.03	0.33	0.08	0.20	0.02	0.59	0.19
22-24개월령 ⁸⁾	0.23	0.04	0.98	0.16	0.18	0.02	1.61	0.32
25개월령이상 ⁹⁾	0.21	0.02			0.25	0.05		
출생성비 ¹⁰⁾	49.0				51.0			

1) 1-3개월령은 2011년 1분기~2016년 4분기값을 평균함

2) 4-6개월령은 2011년 2분기~2016년 4분기값을 평균함

3) 7-9개월령은 2011년 3분기~2016년 4분기값을 평균함

4) 10-12개월령은 2011년 4분기~2016년 4분기값을 평균함

5) 13-15개월령은 2012년 1분기~2016년 4분기값을 평균함

6) 16-18개월령은 2012년 2분기~2016년 4분기값을 평균함

7) 19-21개월령은 2012년 3분기~2016년 4분기값을 평균함

8) 22-24개월령은 2012년 4분기~2016년 4분기값을 평균함

9) 25개월령 이상은 2013년 1분기~2016년 4분기값을 평균함

10) 출생성비는 2011년 1분기~2016년 4분기값을 평균함

자료: 축산물품질평가원, 통계청.

4. DB 출처 및 단위근 검정

- 2011년 1분기까지 농림식품검역본부의 도축실적 자료를 이용하고, 이후는 쇠고기이력제의 도축두수 자료를 이용함.
 - 도축실적은 등급판정소에서 실시간으로 집계하기 때문에 쇠고기이력제 자료와 농림식품검역본부의 도축실적 자료 간 차이가 없음.

- 대리변수로 이용되는 정액판매량은 종축개량협회, 농협중앙회로부터 제공받은 자료를 이용함.
- 배합사료가격은 농림축산식품부에서 공표하는 비육용 소 배합사료가격 자료를 이용함.
- 암·수송아지 산지가격, 암·수소 도매가격은 농협축산정보센터에서 제공하는 「축산물 수급 및 가격 자료」를 이용함.
 - 암·수송아지 산지가격은 6~7개월령 송아지의 산지가격임.
 - 암·수소 도매가격은 전국 평균가격을 이용하며, 수소 도매가격은 거세우 가격을 이용함.
- 돼지고기, 닭고기, 쇠고기 소비자가격은 한국농수산물유통공사(aT)에서 발표하는 소매가격을 이용함. 닭고기와 돼지고기 가중평균 소비자가격은 도축두수(도계수수)에 지육율과 도체중을 곱하여 산출한 국내 생산량으로부터 수입량을 더하고 수출량을 제하여 산출된 닭고기와 돼지고기의 국내 소비량 비율을 가중치로 사용하여 계산함.
- 쇠고기 수입가격은 무역협회에서 발표하는 쇠고기(신선/냉장/냉동) 수입단가와 환율과 관세, 운송제반비용(수입단가의 10% 가정)을 고려하여 쇠고기 수입가격 자료를 산출함.
- 거시경제지표 자료인 생산자물가지수(PPI)는 한국은행 자료를 이용하며, 소비자물가지수(CPI), 실질 국민총소득(RGNI), 장래추계인구(APOP)는 통계청 자료를 이용함.
- ADF(Augmented Dickey Fuller) 단위근 검정방법을 이용하여 모형을 구성하는 시계열자료들의 안정성을 검증한 결과, 대부분의 시계열자료에서 단위

존재하는 것으로 나타남.

- 경제적 시계열자료 대부분은 확률적 추세(stochastic trend)와 결정적 추세(deterministic trend)를 갖고 있어 단위근을 내포하고 있는 불안정한 시계열자료임.
- 단위근을 갖는 불안정한 시계열은 1차 차분 등을 실시하여 안정적인 시계열로 변환해야 함. 그러나 본 연구에서는 자료 변환으로 인해 본래 자료가 가지고 있는 고유한 잠재정보의 손실 위험이 더 클 것으로 판단되어 원자료를 사용하였음.
- 시계열자료가 불안정일 경우 실제로는 서로 상관이 없는 시계열자료가 회귀분석 결과 서로 상관이 있는 것으로 나타날 수 있음. 이른바 허구적 회귀현상(spurious regression)이 발생할 위험이 있음.
 - 불안정한 시계열을 1차 차분한 자료를 사용하여 각 행태방정식을 추정 한 결과, 설명력()이 매우 낮아지고 주요 변수의 회귀 계수에 대한 p 값이 매우 높아지는 문제가 발생하였음.
- 불안정한 시계열에 대해서는 개별 행태방정식 내 변수들 간에 장기적인 균형관계를 갖고 있는지에 대해 공적분 검정(cointegration test)을 실시하여 공적분의 존재여부를 확인함.
- 개별 시계열자료가 단위근을 갖는 불안정한 시계열일지라도 이들 사이에 안정적인 시계열을 생성하는 선형결합이 존재할 경우 자료들은 서로 공적분 관계에 있다고 함. 이 경우에는 더 이상 허구적 회귀현상이 발생하지 않게 됨(이종원, 2013).
 - 공적분 검정결과는 제5장 3절에 수록하였음.

표 3-3. 모형을 구성하는 변수설명과 자료출처

변수명	변수설명	자료출처
BIRTH		이력시스템
SEM	정액판매량	종축개량협회, 농협중앙회
ASEM	누적 정액판매량	종축개량협회, 농협중앙회
NFEED	배합사료가격	농림축산식품부
N1-3	1~3개월령 사육두수	이력시스템
N4-6	4~6개월령 사육두수	이력시스템
N7-9	7~9개월령 사육두수	이력시스템
N10-12	10~12개월령 사육두수	이력시스템
N13-15	13~15개월령 사육두수	이력시스템
N16-18	16~18개월령 사육두수	이력시스템
N19-21	19~21개월령 사육두수	이력시스템
N22-24	22~24개월령 사육두수	이력시스템
FY	25개월령(2세 이상) 암소 사육두수	이력시스템
MY	25개월령(2세 이상) 수소 사육두수	이력시스템
D1-3	1~3개월령 폐사두수	이력시스템
D4-6	4~6개월령 폐사두수	이력시스템
D7-9	7~9개월령 폐사두수	이력시스템
D10-12	10~12개월령 폐사두수	이력시스템
D13-15	13~15개월령 폐사두수	이력시스템
D16-18	16~18개월령 폐사두수	이력시스템
D19-21	19~21개월령 폐사두수	이력시스템
D22-24	22~24개월령 폐사두수	이력시스템
D25+	25개월령 이상 폐사두수	이력시스템
NS1-3	1~3개월령 도축두수	이력시스템
NS4-6	4~6개월령 도축두수	이력시스템
NS7-9	7~9개월령 도축두수	이력시스템
NS10-12	10~12개월령 도축두수	이력시스템
NS13-15	13~15개월령 도축두수	이력시스템
NS16-18	16~18개월령 도축두수	이력시스템
NS19-21	19~21개월령 도축두수	이력시스템
NS22-24	22~24개월령 도축두수	이력시스템

NS25+	25 이상 도축두수	이력시스템
NSF_SUP	공급측면 암소 도축두수	이력시스템
NSF_DEM	수요측면 암소 도축두수	이력시스템
NSM_SUP	공급측면 수소 도축두수	이력시스템
NSM_DEM	수요측면 수소 도축두수	이력시스템
PFCF	암송아지 산지가격(6~7개월)	농협 축산정보센터
PFCM	수송아지 산지가격(6~7개월)	농협 축산정보센터
PB	한우 소비자가격(불고기3등급)	농협 축산정보센터
PP	돼지 소비자가격(삼겹살)	농협 축산정보센터
PC	닭고기 소비자가격	농협 축산정보센터
PD	돼지고기 소비량(톤)	계산 ¹
CD	닭고기 소비량(톤)	계산 ²
DMP	수입 쇠고기 가격(신선/냉장/냉동)	한국농수산식품유통공사
RGNI	실질 국민총소득(계절조정)	통계청
APOP	장래추계인구(2015년 기준)	통계청
PPI	생산자물가지수(2010=100)	한국은행
CPI	소비자물가지수(2010=100)	통계청

5. 전망치 설정

- 수급 및 가격 전망치의 오차를 줄이기 위해서는 신뢰도가 높은 외생변수 전망치 자료의 확보가 매우 중요함.
- 거시경제지표(소비자물가지수, 생산자물가지수, 경제성장률) 전망치는 global insight에서 제공하는 2019년 4분기까지 전망치 자료를 이용하며, 2020년 1분기~4분기 전망치는 2020년 변동률을 분기마다 적용하여 이용함.

1 돼지고기 생산량(도축두수 × 도체중 × 정육율) + 돼지고기 수입량 - 돼지고기 수출량

2 닭고기 생산량(도계수수 × 도체중 × 정육율) + 닭고기 수입량 - 닭고기 수출량

- 국민총소득(계절조정) 전망치를 발표하는 기관이 없기 때문에 실질 국민총소득(계절조정) 결정 함수를 설정 및 추정하여 이용함.
 - 실질국내총생산(계절조정)과 2015년 1분기 구조변화 더미를 설명변수로 도입함.

$$GNI = f(RGDP_t, SD1501_t)$$

* , RGNI는 분기별 실질 국민총소득(계절조정), RGDP는 분기별 실질 국내 총생산(계절조정), SD1501은 2015년 1분기 구조변화 더미³임.

- 수요측면 도축두수 추정 시 사용되는 인구는 통계청에서 발표하는 장래추계인구(2015~2060년)의 연간자료를 분기마다 동일하게 적용하여 이용함.
- 쇠고기 수입가격과 돼지고기와 닭고기의 소비자가격 및 소비량은 최근 분기 실측치가 향후 지속되는 것으로 가정함.
- 출생성비, 분기령별·성별 폐사율, 도축율은 이력시스템 기반으로 산출된 과거 값의 단순평균값을 이용하는 것으로 가정함.

3 Chow Breakpoint 검정결과, 2015년 1분기에 통계적으로 유의한 구조변화가 있는 것으로 확인됨.

표 3-4. 외생 변수 가정

	자료출처	가정
실질국민총소득		합수 설정 후, 추정하여 이용
장래추계인구		매분기 연간 인구 동일 가정, 2020년까지 추계인구 이용
생산자물가지수	Global Insight	2019년 4분기까지 전망치 자료 이용
소비자물가지수	Global Insight	2020년 연간 변동률을 분기에 적용
돼지고기소비자가격	농협 축산정보센터	2017년 1분기 이후는 2016년 4분기와 동일 가정
닭고기소비자가격	농협 축산정보센터	
쇠고기수입가격	한국농수산식품유통공사 (농수산식품수출지원정보)	
출생성비	이력시스템	이력시스템 기반 분기별 단순 평균 이용
분기령·성별·폐사율	이력시스템	
분기령·성별·도축율	이력시스템	

4절. 행태방정식 구성

1. 정액판매량 결정함수

- 수급모형 구축에 이용되는 정액판매량은 정액투입량의 대리변수로서 한우 농가의 번식 의향을 반영하는 변수임. 정액판매량은 송아지 수익성을 나타내는 암·수송아지 평균 산지가격과 배합사료가격의 비율, 전기 연간 누적 정액판매량, 계절더미를 주요 설명변수로 도입함.
 - 2011년 1분기(2010년 12월부터 2011년 2월)는 구제역 발생으로 인해 정액공급이 어려웠던 구제역 심각 단계(2010년 12월) 기간을 포함하고 있기 때문에 이를 반영하기 위한 더미변수(2011년 1분기는 1, 나머지는 0)를 사용함.
 - 2011년 2분기(2011년 3월부터 2011년 5월)는 구제역 단계가 하향 조정되어 정액 수요가 급격하게 증가했던 시기(2011년 3월)를 포함하고 있기 때문에 더미변수(2011년 2분기는 1, 나머지는 0)를 추가 사용함.

$$EM_t = f\left(ASEM_{t-1}, \frac{PFCF_t + PFCM_t}{2} / NFEED_t, DS_n, DUM1101_t, DUM1102_t\right)$$

* SEM 분기별 정액판매량, ASEM은 연간 누적 정액판매량, PFCF는 암송아지 산지가격, PFCM은 수송아지 산지가격, NFEED는 배합사료가격, DS는 계절더미, DUM1101은 2011년 1분기 더미변수, DUM1102는 2011년 2분기 더미변수임.

2. 출생두수 결정함수

- 투입되고 착상 후 약 10개월 후 송아지가 출생되므로 3분기 전 누적 정액판매량을 설명변수로 도입함. 출생두수는 <그림3-10>에서 나타나듯이 계절성을 명확히 띄고 있는데, 이는 설날, 추석과 같은 명절에 공급 증가를 고려하여 농가가 정액투입 시기를 조정한 결과인 것으로 판단됨. 따라서, 계절더미를 출생두수의 설명변수로 도입함.
 - 구제역 발생 이후부터 한우 번식률이 감소하였던 구조적 변화를 반영하기 위하여 구조변화 더미(2011년 4분기 이후는 1, 이전은 0)를 포함함.

$$IRTH_t = f(ASEM_{t-3}, DS_t, SD1104_t)$$

* BIRTH 분기별 출생두수, ASEM은 연간 누적 정액판매량, DS는 계절더미, SD1104는 2011년 4분기 구조변화 더미임.

3. 도축두수 공급함수

- 자료의 제약 및 도축물량과 최종 소비량의 관계를 바탕으로 한우 도축두수를 공급량인 동시에 수요량으로 활용하였음.
 - 본 연구는 독립적인 한우 수급모형 구축이 주목적이기 때문에 육우·젖소를 고려하지 않음.
 - 또한 한우고기는 고급육으로써 대부분 냉장육으로 소비되어 수입 쇠고기와 이질적이며, 재고가 거의 없기 때문에 도축두수에 의해 최종 공급량이 결정되고 소비량도 공급량과 동일하다고 가정함.
- 공급측면 암소 도축두수의 설명변수로 농가의 도축 의사결정에 가장 큰 영향을 미치는 지표를 개발하여 사용함. 암소 도매가격과 암송아지 산지가격의 비율을 농가의 번식의향을 반영하는 지표로 도입함.

- 산지가격이 암소 도매가격보다 큰 폭으로 상승하면 농가의 번식의향은 증가하는 반면 암소 도축의향은 감소하고, 결과적으로 암소 도축두수는 감소할 것임.
- 구제역 발생에 따른 공급부족을 반영하기 위하여 2010년 구제역 더미(2010년 2분기, 2010년 3분기, 2010년 4분기는 1, 나머지는 0)와 2011년 구제역 더미(2011년 2분기, 2012년 3분기는 1, 나머지는 0)를 사용함.
- 2012년 1분기부터 시행된 한우암소감축장려금지원사업이 시행 후반부터 농가의 참여가 집중됨에 따라 2013년 5월까지 동사업을 연장하였음. 이에 따른 암소 공급의 구조적 변화가 2013년 1분기부터 나타남. 이를 반영하기 위하여 구조변화 더미(2013년 1분기 이후는 1, 이전은 0)를 사용함.

$$SF_SUP = f(NF_{t-1}, \frac{PWF_t}{PFCF_t}, DS_n, FMD10_t, FMD11_t, SD1301_t)$$

* NSF_SUP 공급측면 분기별 암소 도축두수, FY는 분기별 2세 이상 암소 사육두수, PWF는 암소 도매가격(지육), PFCF는 암송아지 산지가격, DS는 계절더미, FMD는 구제역더미, SD1301은 2013년 1분기 구조변화 더미임.

- 공급측면 수소 도축두수 함수에는 농가의 도축의향을 반영하는 지표로서 수소(거세우) 도매가격과 수송아지 산지가격의 비율을 설명변수로 도입함. 즉, 최종재의 가격(수소 도매가격)이 투입재의 비용(수송아지 산지가격)보다 큰 폭으로 상승하면 농가는 최종재의 판매량(수소 도축)을 늘릴 것임.
- 구제역이 발생한 2010년 2분기부터 2011년 1분기까지 우제류 이동제한과 이동제한 해제로 인해 암소도축의 변동이 매우 컸음. 이를 반영하기 위하여 구제역 영향 더미(2011년 1분기, 2011년 2분기, 2011년 3분기, 2011년 4분기는 1, 나머지는 0)를 사용함.
- 한·미 FTA('12.3.15 발효)에 대한 폐업지원정책이 2014년 상반기부터 본격적으로 시행되었음. 이를 반영하기 위하여 구조변화 더미(2014년 2분기 이후는 1, 이전은 0)를 포함함.

- 2012 초부터 시행된 한우암소감축장려금지원사업 참여농가가 2012년 말부터 증가하였고 2013년 초 본격적으로 시행됨에 따라 암소 사육두수가 큰 폭으로 감소하였음. 암소 사육두수(가임두수) 감소로 인해 송아지 출생두수 감소로 이어졌고, 결국 2015년 3분기부터 수소 도축두수가 평년 도축두수만큼 증가하지 못하였음. 이를 반영하기 위하여 구조변화 더미(2015년 3분기 이후는 1, 이전은 0)를 포함함.

$$SM_SUP = f(NM_t, \frac{PWM_t}{PFCM_t}, DS_n, SD1402_t, SD1503_t, DUMY11_t)$$

- * , NSM_SUP는 공급측면 분기별 수소 도축두수, MY는 분기별 2세 이상 수소 사육두수, PWM는 수소 도매가격(지육), PFCM는 수송아지 산지가격, DS는 계절더미, SD1402는 2014년 2분기 구조변화 더미, SD1503은 2015년 3분기 구조변화 더미, DUMY11은 구제역 영향 더미임.

4. 도축두수 수요함수

- 수요측면의 도축두수는 한우 도매가격과 소비 대체재로서 돼지고기와 닭고기의 가중평균 소비자가격, 쇠고기 수입가격, 그리고 1인당 실질 총소득을 설명변수로 도입함.
- 수요측면 암소 도축두수 추정에 도입된 더미변수는 다음과 같음.
 - 구제역이 심각단계로 접어들면서 쇠고기에 대한 안전성 문제가 대두되면서 소비의향이 감소하였음. 이를 반영하기 위하여 2011년 구제역 영향 더미(2011년 1분기, 2011년 2분기, 2011년 3분기, 2011년 4분기는 1, 나머지는 0)를 사용함.
 - 2011년 일본 후쿠시마 원자력발전소 폭발 사고로 방사능 물질이 바다로 유출되었음. 이후 일부 소비자는 수산물에 대한 인식이 나빠졌으며, 회 대신 고급육인 한우로 소비 대체하는 경향이 뚜렷해졌음⁴. 이를 반영하

위하여 구조변화 더미(2012년 3분기 이후는 1, 이전은 0)를 사용함.

- 2014년 2분기 구조변화 더미(2014년 2분기 이후는 1, 이전은 0)는 경기 불황과 메르스 사태, 세월호 참사 등으로 외식소비가 감소한 것을 반영하기 위하여 도입함.

$$SF_DEM = f\left(\frac{PWF_t}{PPI_t}, \frac{(PP_t*PD_t + PC_t*CD_t)}{2PPI_t}, \frac{DMP_t}{PPI_t}, \frac{RGNI_t}{APOP_t}, DS_n, DUMY11_t, SD1203_t, SD1402_t\right)$$

* NSF_DEM 수요측면 분기별 암소 도축두수, PPI는 생산자물가지수, PWF는 암소 도매가격(지육), PP는 돼지고기 소비자가격, PD는 돼지고기 소비량, PC는 닭고기 소비자가격, CD는 닭고기 소비량, DMP는 쇠고기 수입가격, RGNI는 실질총소득, APOP는 추계인구, DS는 계절더미, DUMY11는 2011년 구제역 영향더미, SD1203은 2012년 3분기 구조변화 더미, SD1402는 2014년 2분기 구조변화 더미임.

○ 수요측면 수소 도축두수 추정에 도입된 더미변수는 다음과 같음.

- 구제역으로 인한 육류의 안전성 문제 대두로 한우 소비의향이 감소하였음. 이를 반영하기 위하여 구제역 더미변수(2011년 1분기, 2011년 2분기는 1, 2011년 3분기는 1, 나머지는 0)를 도입함.
- 일본 원자력발전소 폭발사고로 인한 수산물의 한우 소비 대체효과를 반영하기 위하여 구조변화 더미(2012년 3분기 이전은 0, 이후는 1)를 포함함.

$$NSM_DEM_t = f\left(\frac{PWM_t}{PPI_t}, \frac{(PP_t*PD_t + PC_t*CD_t)}{2PPI_t}, \frac{DMP_t}{PPI_t}, \frac{RGNI_t}{APOP_t}, DS_n, DUM110103_t, SD1203_t\right)$$

* NSM_DEM은 수요측면 분기별 수소 도축두수, PPI는 생산자물가지수, PWM은 수소 도매가격(지육), PP는 돼지고기 소비자가격, PD는 돼지고기 소비량, PC는 닭고기 소

, CD는 닭고기 소비량, DMP는 수입가격, RGNI는 실질총소득, APOP는 추계인구, DS는 계절더미, DUM110103는 구제역 더미(2011년 1분기, 2분기, 3분기), SD1203은 2012년 3분기 구조변화 더미임.

5. 한우 가격 결정함수

- 암·수소 도매가격은 공급량과 수요량에 대한 시장청산조건(공급 도축두수=수요 도축두수)을 통해 도출됨.

- 암송아지 산지가격은 균형가격인 당기 암소 도매가격과 전기 암송아지 산지가격을 설명변수로 도입함.

$$\frac{PFCF_t}{PI} = f\left(\frac{PFCF_{t-1}}{PPI_{t-1}}, \frac{PWF_t}{PPI_t}\right)$$

* 여기서, PFCF는 암송아지 산지가격, PWF는 암소 도매가격, PPI는 생산자물가지수임.

- 수송아지 산지가격은 균형가격인 당기 수소 도매가격과 전기 수송아지 산지가격을 설명변수로 도입함.

$$\frac{PFCM_t}{PPI_t} = f\left(\frac{PFCM_{t-1}}{PPI_{t-1}}, \frac{PWM_t}{PPI_t}\right)$$

* 여기서, PFCM은 수송아지 산지가격, PWM는 수소 도매가격, PPI는 생산자물가지수임.

- 쇠고기 소비자가격은 전기 쇠고기 소비자가격과 암·수소 도축두수로 가중 평균한 당기 한우 도매가격을 설명변수로 도입함.

$$\frac{PB_t}{CPI_t} = f\left(\frac{PB_{t-1}}{CPI_{t-1}}, \frac{PWF_t^*(NSF_t/NSH_t) + PWM_t^*(NSM_t/NSH_t)}{2CPI_t}\right)$$

* , PB는 최고기 소비자가격, CPI는 소비자 물가지수, PWF는 암소 도매가격, NSF
는 암소 도축두수, NSM는 수소 도축두수, NSH는 전체 도축두수를 의미함.

제4 장

및 추정결과

1절. 행태방정식 추정방법

- 연구에서 구축한 한우 수급모형은 축차 모형(recursive model)이 아닌 동시 연립방정식 모형(simultaneous equation model)으로 구성되어 있기 때문에 모형 내 모든 행태방정식을 통상최소자승법을 이용하여 추정할 수 없음.
 - 축차모형은 모형 내 행태방정식을 일정한 순서에 따라 축차적으로 풀 수 있는 모형을 의미하며 OLS를 적용해도 문제가 발생하지 않음.
 - 그러나 동시 연립방정식 모형은 모형 시스템 내 내생변수 간 상호연관성 및 쌍방향통행적인 인과관계로 이루어져 있어 어느 한 내생변수 값도 모형 내의 모든 방정식을 동시에 풀지 않고는 구할 수 없음.
 - 본 연구의 수급모형은 도축두수와 도매가격이 공급 측면 행태방정식과 수요 측면 행태방정식을 통해 동시에 결정됨. 따라서 도축두수와 도매가격 사이에 피드백이 존재함.
 - 이러한 동시성 문제는 공급 측면 및 수요 측면 도축두수 행태방정식 설명 변수인 도매가격과 오차항 간에 상관관계가 존재하게 만들. 따라서 기존

OLS 적용할 경우 편의(biased) 및 불일치(inconsistent) 추정량을 만들어 낸.

- 설명변수 중 일부가 내생변수를 포함하여 오차항과 독립적이지 못한 행태방정식은 2단계 최소자승추정법(2SLS: Two Stage Least Squares estimation)을 이용하여 추정하며 그 외 행태방정식은 OLS를 사용함.
 - 2SLS 기법을 이용하여 추정한 행태방정식은 공급측면 및 수요측면의 암·수소 도축두수 행태방정식과 암·수송아지 산지가격 행태방정식임.
 - 동시성 문제가 발생하지 않는 행태방정식은 실질 국민총소득, 정액판매량, 출생두수, 쇠고기 소비자가격 행태방정식이며 OLS를 이용하여 추정함.
 - 전체 방정식을 동시에 고려하여 추정하는 3단계 최소자승추정법(3SLS: Three Stage Least Squares estimation)은 모형 내에 포함된 모든 정보를 활용하기 때문에 단일 방정식 추정방법인 2SLS보다 효율적인 추정방법임. 그러나 설정오류에 민감하여 어느 한 방정식에 설정오류가 있을 경우 전체 추정치에 영향을 미치기 때문에 본 연구에서는 2SLS를 이용함.
- 2SLS는 2단계에 걸쳐 최소자승법을 적용하여 추정하는 방법으로 추정과정은 다음과 같음.
 - 1단계는 일부 행태방정식에서 발생하는 동시성 문제를 해결하기 위하여 내생변수들이 교란항과의 독립성을 유지할 수 있도록 가공하는 과정임. 즉, 내생설명변수들을 연립방정식 체계 내 모든 선결변수의 함수로 표현하는 유도방정식모형을 구축하고 OLS를 이용하여 추정함.
 - 2단계는 1단계에서 도출된 내생설명변수의 추정치로 관측치를 대체시킨 후 개별 행태방정식에 OLS를 이용하여 계수값을 추정함.
 - 2단계를 거쳐 얻어지는 추정량은 내생변수와 교란항의 연관성을 감소 내지 제거함. 그러나 표본 규모가 크지 않기 때문에 연립방정식 편의가 완전히 제거되지는 못함.

- 행태방정식의 자기상관 현상 존재 여부를 판정하기 위해 가장 대표적인 방법인 Durbin-Watson 검정을 사용하고, 시차를 둔 종속변수가 설명변수로 도입된 행태방정식의 경우에는 Breusch-Godfrey LM 검정을 사용함.
 - 자기상관이 발생할 경우 OLS 추정량은 불편성(unbiased)은 유지되나 효율성(efficiency)은 상실하게 됨.
- 행태방정식 추정결과, 자기상관(Autocorrelation) 문제 발생 시, Newey-West(Newey and West, 1994) 방법을 이용하여 수정된 표준오차를 사용함.
 - 자기상관 문제가 있는 행태방정식 추정치의 표준오차는 부정확하므로 이를 이용한 가설검정 및 신뢰구간은 오류를 범할 수 있음. 따라서 추정량에 대한 정확한 표준오차를 구하는 방법으로 Newey-West correction을 사용함.
 - Newey-West correction은 자기상관이 없는 것처럼 모형화하고 표준오차를 조정하는 방법임.

2절. 추정결과

1. 통상최소자승법(OLS) 추정결과

가. 실질 국민총소득

- log-log 실질 국민총소득 추정한 결과, 실질 국내총생산이 1% 증가하면 실질 국민총소득은 0.85% 증가하는 것으로 나타남.
 - OLS 추정 시 자기상관문제가 존재하여 Newey-West 추정기법을 적용, 수정된 표준오차를 사용함.

Dependent Variable: LOG(RGNI)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2002Q1 2016Q4

Included observations: 60 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.550527	0.356611	7.152134	0.0000
LOG(RGDP)	0.852017	0.020772	41.01808	0.0000
SD1501	0.063609	0.007699	8.262006	0.0000
R-squared	0.991592	Mean dependent var		17.22746
Adjusted R-squared	0.991297	S.D. dependent var		0.147087
S.E. of regression	0.013722	Akaike info criterion		-5.690993
Sum squared resid	0.010732	Schwarz criterion		-5.586276
Log likelihood	173.7298	Hannan-Quinn criter.		-5.650033
F-statistic	3361.211	Durbin-Watson stat		0.711919
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic		2810.014
Prob(Wald F-statistic)	0.000000			

- 1) RGNI: 실질 국민총소득(백만 원)
- 2) RGDP: 실질 국내총생산(백만 원)
- 3) SD1501: 2015년 1분기 (6~7개월령, 천 원/두)

나. 정액판매량

- 추정결과, 송아지 수익성의 대리변수로 도입된 송아지 산지가격과 배합사료가격 비율은 통계적으로 10% 수준 유의한 것으로 나타남. 즉, 송아지 산지가격이 높을수록, 배합사료가격이 낮을수록 정액판매량이 증가하는 것으로 나타남.
 - 또한 전기 누적 정액판매량이 증가할수록 당기 정액판매량이 증가하는 것으로 나타나 정액판매량은 최근 추세를 일정부분 따라가는 것으로 나타남.
- 계절더미 추정 계수값을 살펴보면 여름(3분기, 6월~8월) 정액판매량이 기저인 4분기(9월~11월)보다 16만 straw 증가하는 반면, 겨울(1분기, 12월~2월)과 봄(2분기, 3월~5월)에는 4분기보다 각각 10만 6천 straw, 2만 3천 straw 작은 것으로 나타남.
 - 3분기 정액판매량이 상대적으로 높은 이유는 인공수정 성공확률이 다른 기간보다 높기 때문인 것으로 사료됨.
- 2011년 1분기는 구제역으로 인한 피해가 심각했던 시기로, 정액공급이 원활하지 않았기 때문에 30만 straw 수준 감소한 것으로 나타났음. 2011년 2분기는 구제역 심각단계가 하향 조정되어 정액수요가 급격하게 증가함에 따라 정액판매량이 33만 5천 straw 증가한 것으로 판단됨.
- Breusch-Godfrey LM test를 통한 자기상관 검정결과, 자기상관이 존재하지 않는다는 귀무가설을 F검정 결과 p-value 값 0.19로 10% 유의수준에서 기각하지 않는 것으로 나타남. 즉, 자기상관이 존재하지 않음.

Dependent Variable: SEM

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2003Q1 2016Q4

Included observations: 56 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10015.70	65275.88	0.153437	0.8787
ASEM(-1)	0.228017	0.026584	8.577289	0.0000
(PFCF+PFCM)/2/NFEED	4053.917	2406.326	1.684692	0.0985
DS1	-106446.3	15407.00	-6.908959	0.0000
DS2	-23303.84	15313.28	-1.521806	0.1346
DS3	159875.8	15011.95	10.64990	0.0000
DUM1101	-297359.2	42290.18	-7.031400	0.0000
DUM1102	335184.5	41424.93	8.091370	0.0000
R-squared	0.929132	Mean dependent var		463667.1
Adjusted R-squared	0.918797	S.D. dependent var		139338.4
S.E. of regression	39706.15	Akaike info criterion		24.14796
Sum squared resid	7.57E+10	Schwarz criterion		24.43730
Log likelihood	-668.1430	Hannan-Quinn criter.		24.26014
F-statistic	89.90165	Durbin-Watson stat		1.612359
Prob(F-statistic)	0.000000			

- 1) SEM: 정액판매량(straw)
- 2) ASEM: 연간 누적 정액판매량(straw)
- 3) PFCF: 암송아지 산지가격(6~7개월령, 원/두)
- 4) PFCM: 수송아지 산지가격(6~7개월령, 원/두)
- 5) NFEED: 고기용 소 배합사료가격(원/kg)
- 6) DUM1101: 2011년 1분기 더미
- 7) DUM1102: 2011년 2분기 더미
- 8) DS: DS1은 겨울, DS2는 봄, DS3은 여름 계절더미

다. 출생두수

- 출생두수 추정 결과, 3분기 전 연간 누적 정액판매량이 통계적으로 1% 유의수준에서 양의 영향을 미치는 것으로 나타남.
 - 한우 출생에 가장 큰 영향을 미치는 주요 설명변수로 정액투입부터 임신, 출산 사이의 기간을 고려하여 3분기 전 연간 누적 정액판매량을 도입함.
 - 3분기 전 연간 누적 정액판매량이 100 straw 증가하면 한우 출생두수는 약 9두 증가하는 것으로 나타남.

- 계절더미 추정 계수는 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타남. 계수값을 살펴보면 12월부터 이듬해 8월까지 출생한 송아지가 기저인 4분기(9월~11월)보다 많은 것으로 나타남.
 - 특히 2분기(3월~5월) 출생두수가 가장 많은데 임신기간이 10개월인 점을 고려하면, 3분기(6월~8월) 정액판매량이 가장 많은 것과 일치하는 결과임.
- 구제역 발생 이후, 암소 번식률이 감소함에 따라 출생두수는 2011년 4분기 이후부터 약 1만 4천 두 감소한 것으로 나타남.
- Breusch-Godfrey LM test 수행 결과, 유의확률이 0.85로 나타나 통계적으로 자기상관문제가 없는 것으로 분석됨.

Dependent Variable: BIRTH

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2004Q4 2016Q4

Included observations: 49 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-17678.97	26378.98	-0.670192	0.5063
ASEM(-3)	0.095390	0.014072	6.778892	0.0000
DS1	58155.20	9489.481	6.128386	0.0000
DS2	154093.9	9496.111	16.22706	0.0000
DS3	46214.02	9510.239	4.859396	0.0000
SD1104	-14045.95	7143.740	-1.966189	0.0558
R-squared	0.884488	Mean dependent var		219490.4
Adjusted R-squared	0.871056	S.D. dependent var		65965.51
S.E. of regression	23687.41	Akaike info criterion		23.09755
Sum squared resid	2.41E+10	Schwarz criterion		23.32920
Log likelihood	-559.8900	Hannan-Quinn criter.		23.18544
F-statistic	65.85090	Durbin-Watson stat		1.870051
Prob(F-statistic)	0.000000			

- 1) BIRTH: 출생두수(두)
- 2) ASEM: 연간 누적 정액판매량(straw)
- 3) SD1104: 2011년 4분기 구조변화 더미
- 4) DS: DS1은 겨울, DS2는 봄, DS3은 여름 계절더미

라. 쇠고기 소비자가격

- 소비자가격을 추정 한 결과, 한우 도매가격에 대한 탄성치는 0.38로 도매가격이 1% 상승하면 쇠고기 소비자가격은 0.38% 상승하는 것으로 나타남.
- 한우 도매가격은 암·수소 도축두수 비율로 암·수소 도매가격을 가중 평균하여 사용함.
 - 전기 쇠고기 소비자가격이 1% 상승하면 당기 가격은 0.78% 상승하여 쇠고기 소비자가격은 최근의 추세를 반영하는 것으로 나타남.

Dependent Variable: PB/CPI

Method: Least Squares

Sample: 2005Q4 2016Q4

Included observations: 45

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-45.00497	12.89878	-3.489088	0.0012
PB(-1)/CPI(-1)	0.772850	0.036622	21.10335	0.0000
((PWF*(NSF/NSH) +PWM*(NSM/NSH))/2/CPI)	1.448547	0.235451	6.152235	0.0000
R-squared	0.966751	Mean dependent var		280.7089
Adjusted R-squared	0.965168	S.D. dependent var		68.40551
S.E. of regression	12.76681	Akaike info criterion		7.995915
Sum squared resid	6845.640	Schwarz criterion		8.116359
Log likelihood	-176.9081	Hannan-Quinn criter.		8.040816
F-statistic	610.5970	Durbin-Watson stat		2.210241
Prob(F-statistic)	0.000000			

- 1) PB: 쇠고기 소비자가격(원/200g)
- 2) PWF: 암소 도매가격(지육, 원/kg)
- 3) PWM: 수소 도매가격(지육, 원/kg)
- 4) NSM: 수소 도축두수
- 5) NSF: 암소 도축두수
- 6) NSH: 전체 소 도축두수
- 7) CPI: 소비자 물가지수(2010=100)

2. 2단계 최소자승법(2SLS) 추정결과

가. 공급측면 수소 도축두수

- 공급부문 도축두수 추정결과, 농가의 도축의향을 반영하는 지표로 도입된 수소 도매가격과 수송아지 산지가격의 비율이 통계적으로 1% 수준에서 유의한 것으로 나타남. 즉, 수소 도매가격이 높을수록 수송아지 산지가격이 낮을수록 농가의 도축의향이 높아져 도축두수가 증가하는 것으로 나타남.
 - 도축의향 지표가 도축두수에 미치는 영향이 통계적으로 유의하게 나타난 본 추정결과는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타난 조재성 외(2014)의 추정결과와 다름.
 - 두 연구 결과가 상이한 이유는 추정에 이용된 표본기간과 추정에 도입되는 더미변수가 다르기 때문인 것으로 판단됨. 조재성 외(2014) 표본기간은 2003~2013년으로 구제역 직후 도축두수가 증가하여 수익성에 상관없이 고 급육 생산을 위한 적정시기에 도축이 결정되는 경향이 강하게 나타남. 이에 반해 본 추정의 표본기간은 2003~2016년이며 한·미 FTA 폐업지원정책 영향과 한우암소감축장려금지원사업 영향을 구조변화 더미변수로 도입함.
- 수소 도축두수는 전기 수소 사육두수와 계절에 영향을 받는 것으로 나타남.
 - 전기 수소 사육두수가 100두 증가하면 당기 수소 도축두수는 약 4두 증가하는 것으로 나타남.
 - 연말연시와 구정이 포함된 1분기(12월~2월)와 3분기(6월~8월)에 도축이 크게 증가하는 것으로 나타남. 이는 한우 수요 증가를 기대하는 농가들이 도축물량을 늘리기 때문임.
- 2014년 2분기는 2012년 3월 15일 발효된 한·미 FTA 피해 및 폐업 지원사업이 본격적으로 시행되었던 시기로 이 시기를 기점으로 수소 공급부문 도축두수는 이전보다 3만 8천 두 증가한 것으로 나타남.

- 2015 3분기부터 수소 도축두수가 1만 4천 두 감소하는 구조변화가 나타남.
이는 2012년에 시행된 한우암소감축장려금지원사업이 2012년 말부터 본격적으로 농가들이 참여하면서 암소가 큰 폭으로 감소하였기 때문인 것으로 판단됨.
- 2010년 2분기부터 2011년 1분기까지 발생한 구제역으로 우제류 이동이 제한되었으나 구제역 종결과 동시에 우제류 이동제한이 해제되었음. 이에 따라 2011년 암소도축은 약 1만 5천 두 증가했던 것으로 나타남.

Dependent Variable: NSM_SUP

Method: Two-Stage Least Squares

Sample (adjusted): 2003Q2 2016Q4

Included observations: 55 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-29324.59	12448.36	-2.355700	0.0228
NM(-1)	0.043181	0.012651	3.413195	0.0013
PWM/PFCM	10473.46	2672.673	3.918722	0.0003
DS1	6287.702	3396.910	1.851006	0.0706
DS2	-7131.155	3320.633	-2.147529	0.0371
DS3	9664.750	2997.116	3.224684	0.0023
SD1402	37929.38	8092.872	4.686764	0.0000
SD1503	-14212.44	4016.319	-3.538672	0.0009
DUMY11	15121.47	5326.080	2.839137	0.0067
R-squared	0.892330	Mean dependent var		86433.38
Adjusted R-squared	0.873605	S.D. dependent var		24875.76
S.E. of regression	8843.854	Sum squared resid		3.60E+09
F-statistic	48.69267	Durbin-Watson stat		1.522709
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		2.95E+09
J-statistic	7.093862	Instrument rank		13
Prob(J-statistic)	0.131010			

- 1) NSM_SUP: 공급부문 수소 도축두수
- 2) NM: 수소 전체 사육두수
- 3) PWM: 수소 도매가격(지육, 원/kg)
- 4) PFCM: 수송아지 산지가격(6~7개월령)
- 5) DUMY11: 구제역 영향 더미(2011년 1분기, 2분기, 3분기, 4분기)
- 6) SD1402: 2014년 2분기 구조변화 더미
- 7) SD1503: 2015년 3분기 구조변화 더미
- 8) DS: DS1은 겨울, DS2는 봄, DS3은 여름 계절더미

나. 수요측면 수소 도축두수

- 수소 도축두수 추정결과, 수소 도축두수는 일반적으로 수소 도매가격, 돼지고기와 닭고기 가중평균 소비자가격, 소득, 계절에 영향을 받는 것으로 나타남. 그러나 쇠고기 수입가격은 한우 수소고기 수요에 통계적으로 유의하지 않은 영향을 미치는 것으로 나타남.
 - 수소 도매가격이 상승할수록 수요는 감소하며, 한우 대체재인 돼지고기와 닭고기 소비자 가격이 상승하고 소득이 증가할수록 수요는 증가한 것으로 나타나 수요함수의 이론과 동일한 결과가 도출됨.
 - 반면, 쇠고기 수입가격은 수소 수요량에 양의 영향을 미치지만, 크기는 미미한 것으로 분석됨.
- 계절더미 추정결과를 살펴보면, 연말연시와 구정이 포함된 1분기(12월~2월)에는 수요가 증가하지만, 2분기(3월~5월)에는 감소하는 것으로 나타남.
- 2010년 구제역발생 이후, 축산물에 대한 식품 안전성 문제가 대두되면서 육류 소비가 주춤하여 2011년 1분기에서 3분기 동안 수요측면 수소 도축두수는 약 1만 3천 두 감소한 것으로 나타남.
- 2012년 초에 발생한 일본 원자력발전소 폭발사고로 방사능 물질이 바다로 유출되었음. 이 시기부터 국내 일부 소비자들의 수산식품소비에 대한 안전성을 우려하여 육류소비로 대체하기 시작함에 따라 수요측면 수소 도축두수는 약 6천 300두 증가한 것으로 나타남.

Dependent Variable: NSM_DEM

Method: Two-Stage Least Squares

Sample: 2005Q4 2016Q4

Included observations: 45

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	32199.82	38002.51	0.847308	0.4026
PWM/CPI	-665.7357	95.13642	-6.997696	0.0000
(PP*PD+PC*CD)/ (PD+CD)/CPI	435.7005	137.1998	3.175664	0.0031
DMP/CPI	29.76344	135.5986	0.219497	0.8275
RGNI/APOP	151663.9	51496.34	2.945139	0.0057
DS1	10782.45	2634.119	4.093379	0.0002
DS2	-10353.90	3940.099	-2.627827	0.0127
DS3	2915.199	3100.297	0.940297	0.3535
SD1203	6260.144	5448.245	1.149020	0.2583
FMD11+DUM1103	-12967.05	6022.865	-2.152970	0.0383
R-squared	0.884973	Mean dependent var		93777.04
Adjusted R-squared	0.855394	S.D. dependent var		21018.26
S.E. of regression	7992.627	Sum squared resid		2.24E+09
F-statistic	30.21957	Durbin-Watson stat		1.322281
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		2.06E+09
J-statistic	8.438103	Instrument rank		15
Prob(J-statistic)	0.133687			

- 1) NSM_DEM: 수요부문 수소 도출두수
- 2) PWM: 수소 도매가격(지육, 원/kg)
- 3) CPI: 소비자 물가지수(2010=100)
- 4) PP: 돼지고기 소비자가격(원/kg)
- 5) PD: 돼지고기 소비량(톤)
- 6) PC: 닭고기 소비자가격(원/kg)
- 7) CD: 닭고기 소비량(톤)
- 8) RGNI: 실질 국민총소득
- 9) APOP: 장래추계인구
- 10) FMD11+DUM1103: 구제역 및 구제역 영향 더미변수(2011년 1분기, 2분기, 3분기)
- 11) SD1203: 일본 원전사고에 따른 고급 수산물 대체효과 구조 더미
- 12) DS: DS1은 겨울, DS2는 봄, DS3은 가을 계절더미

다. 수송아지 산지가격

- 수송아지 산지가격 추정결과, 수송아지 산지가격은 전기 수송아지 산지가격과 당기 수소 도매가격에 모두 통계적으로 1% 수준 유의한 영향을 받는 것으로 나타남. 전기 수송아지 산지가격과 당기 수소 도매가격이 상승하면 수송아지 산지가격은 상승하는 것으로 나타남.
- 전기 수송아지 산지가격(실질)이 100원 상승하면 당기 수송아지 산지가격(실질)은 약 66원 상승하는 것으로 분석되어, 수송아지 산지가격은 최근의 추세를 따라가는 것으로 나타남.
 - 또한 당기 수소 도매가격(실질)이 100원 상승하면 수송아지 산지가격(실질)은 약 9원 상승하는 것으로 나타남.

Dependent Variable: PFCM/PPI

Method: Two-Stage Least Squares

Sample (adjusted): 2003Q2 2016Q4

Included observations: 55 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-5.997346	2.787375	-2.151611	0.0361
PFCM(-1)/PPI(-1)	0.659493	0.101079	6.524549	0.0000
PWM/PPI	0.091650	0.031013	2.955238	0.0047
R-squared	0.924485	Mean dependent var		25.79948
Adjusted R-squared	0.921581	S.D. dependent var		6.347499
S.E. of regression	1.777518	Sum squared resid		164.2977
F-statistic	302.9485	Durbin-Watson stat		1.522723
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		261.3262
J-statistic	26.78200	Instrument rank		14
Prob(J-statistic)	0.004957			

- 1) PFCM: 수송아지 산지가격(6~7개월령)
- 2) PWM: 수소 도매가격(지육, 원/kg)
- 3) PPI: 생산자 물가지수(2010=100)

라. 공급측면 암소 도축두수

- 공급부문 도축두수 추정결과, 전기 한우 암소 사육두수와 농가의 도축의향을 반영하는 지표로 도입된 암소 도매가격과 암송아지 산지가격의 비율이 통계적으로 1% 수준에서 유의한 것으로 나타남.
 - 전기 암소 사육두수가 100두 증가하면 당기 암소 도축두수는 약 3두 증가하는 것으로 나타남.
 - 암소 도매가격이 높을수록 암송아지 산지가격이 낮을수록 농가의 암소 도축의향이 높아져 도축두수가 증가하는 것으로 나타남.
- 공급측면 암소 도축두수는 수소 도축두수보다 계절적 영향을 덜 받는 것으로 나타남.
 - 3분기(9월~11월)를 제외한 계절더미의 추정계수는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타남. 암소는 번식우 역할을 담당하기 때문에 암소 도축의사 결정 시 계절적 요인에 큰 영향을 받지 않는 것으로 판단됨.
- 2012년 1분기부터 시행된 한우암소감축장려금지원사업이 2012년 말부터 농가의 사업 참여가 집중되기 시작하면서 2013년 5월까지 사업을 연장함에 따라 더 많은 수의 농가들이 한우암소감축장려금지원사업에 참여하였음. 이로 인해 2013년 1분기부터 공급측면 암소 도축두수는 이전보다 약 2만 3천 두 증가하였음.
- 2010년 2분기부터 2011년 2분기까지는 구제역 발생으로 우제류 이동이 제한되었던 시기로 당시 공급측면 암소 도축두수가 약 8천 600두 감소하였음.

Dependent Variable: NSF_SUP
 Method: Two-Stage Least Squares
 Sample (adjusted): 2003Q2 2016Q4
 Included observations: 55 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-40274.89	6408.504	-6.284600	0.0000
NF(-1)	0.030355	0.006288	4.827803	0.0000
PWF/PFCF	7813.251	950.9354	8.216385	0.0000
DS1	1027.734	2655.425	0.387032	0.7005
DS2	2264.151	2608.188	0.868094	0.3898
DS3	19197.95	2653.286	7.235536	0.0000
SD1301	22840.43	2415.215	9.456893	0.0000
FMD11+FMD10	-8577.382	4096.780	-2.093689	0.0417
R-squared	0.961043	Mean dependent var	73512.93	
Adjusted R-squared	0.955241	S.D. dependent var	32202.52	
S.E. of regression	6812.872	Sum squared resid	2.18E+09	
F-statistic	167.1842	Durbin-Watson stat	2.031003	
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR	1.68E+09	
J-statistic	12.90680	Instrument rank	14	

- 1) NSF_SUP: 공급부문 암소 도축두수
- 2) NF: 암소 전체 사육두수
- 3) PWF: 암소 도매가격(지육, 원/kg)
- 4) PFCF: 암송아지 산지가격(6~7개월령)
- 5) FMD10: 구제역 더미(2010년 3분기, 4분기)
- 6) FMD11: 구제역 더미(2011년 1분기, 2분기)
- 7) SD1301: 2013년 1분기 구조변화 더미
- 8) DS: DS1은 겨울, DS2는 봄, DS3은 가을 계절더미

마. 수요측면 암소 도축두수

- 암소 도축두수 추정결과, 암소 도매가격과 소득이 암소 도축을 결정하는 주요인으로 나타남. 그러나 쇠고기 수입가격, 돼지고기와 닭고기 가중평균 소비자가격 등 대체재 가격은 한우 암소 고기 소비에 통계적으로 유의하지 않은 영향을 미치는 것으로 나타남.
- 암소 도매가격이 상승할수록 수요는 감소하며, 국민 소득이 증가할수록 수요는 증가할 것으로 나타나 일반적인 수요함수 이론과 동일한 결과가 도출됨.

- 가격이 암소 수요에 미치는 영향은 양의 부호를 보이나, 크기는 매우 미미한 것으로 분석됨. 이는 수소와 달리 암소 대부분이 번식용이기 때문에 수요 측면의 암소 대체재를 고려하는데 한계가 있음을 의미함.
- 계절더미 추정결과를 살펴보면, 2분기(3월~5월)에 한우 암소 수요가 감소하나 3분기(6월~8월)에는 증가하는 것으로 나타남.
- 2012년 구조변화 더미는 수소 도축두수와 마찬가지로 일본 원전사고에 의한 구조변화이며, 수산식품소비에 대한 안전성 우려로 수산식품의 소비대체로 육류소비가 늘었음을 의미함. 동 시기부터 수요측면 암소 도축두수는 이전보다 약 2만 8천 두 더 많은 것으로 나타남.
- 2014년 2분기 구조변화 더미는 복합적인 구조변화를 의미함. 2014년 4월 발생한 세월호 참사와 2015년 8월에 발생한 메르스 사태 등으로 국내 외식수요 감소를 의미하며, 이 시기부터 수요측면 암소 도축두수는 이전 대비 약 1만 6천 두 감소하였음.
- 2011년 1분기에 구제역이 심각단계로 접어들면서 식품에 대한 안전성 문제가 대두되고 육류소비가 감소함에 따라 2011년 수요측면 암소 도축두수는 약 1만 7천 두 감소하였음.

Dependent Variable: NSF_DEM

Method: Two-Stage Least Squares

Sample: 2003Q3 2016Q4

Included observations: 54

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	43296.18	52332.80	0.827324	0.4126
PWF/CPI	-615.7056	95.42933	-6.451954	0.0000
(PP*PD+PC*CD)/(PD+CD)/CPI	86.07660	153.9364	0.559170	0.5789
DMP/CPI	183.5431	173.0743	1.060487	0.2948
RGNI/APOP	136349.4	56599.19	2.409035	0.0204
DS1	3177.048	2920.331	1.087907	0.2827
DS2	-7573.909	3225.757	-2.347948	0.0235
DS3	9010.263	3803.797	2.368755	0.0224
SD1203	27641.18	4973.424	5.557777	0.0000
SD1402	-15988.44	7624.932	-2.096863	0.0419
DUMY11	-17527.89	5180.916	-3.383164	0.0015
R-squared	0.961043	Mean dependent var		73512.93
Adjusted R-squared	0.955241	S.D. dependent var		32202.52
S.E. of regression	6812.872	Sum squared resid		2.18E+09
F-statistic	167.1842	Durbin-Watson stat		2.031003
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		1.68E+09
J-statistic	12.90680	Instrument rank		14
Prob(J-statistic)	0.044540			

- 1) NSF_DEM: 수요부문 암소 도축두수
- 2) PWF: 암소 도매가격(지육, 원/kg)
- 3) CPI: 소비자 물가지수(2010=100)
- 4) PP: 돼지고기 소비자가격(원/kg)
- 5) PD: 돼지고기 소비량(톤)
- 6) PC: 닭고기 소비자가격(원/kg)
- 7) CD: 닭고기 소비량(톤)
- 8) RGNI: 실질 국민총소득
- 9) APOP: 장래추계인구
- 10) DUMY11: 구제역 및 구제역 영향 더미변수(2011년 1분기, 2분기, 3분기, 4분기)
- 11) SD1203: 일본 원전사고에 따른 고급 수산물 대체효과 구조 더미
- 12) SD1402: 2014년 2분기 구조변화 더미
- 13) DS: DS1은 겨울, DS2는 봄, DS3은 가을 계절더미

바. 암송아지 산지가격

- 암송아지 산지가격 추정결과, 암송아지 산지가격은 전기 암송아지 산지가격과 당기 암소 도매가격에 모두 통계적으로 1% 수준에서 유의한 영향을 받는 것으로 나타남. 전기 암송아지 산지가격과 당기 암소 도매가격이 상승할수록 암송아지 산지가격은 상승하는 것으로 나타남.
- 전기 암송아지 산지가격(실질)이 100원 상승하면 당기 암송아지 산지가격(실질)은 약 76원 상승하는 것으로 분석되어, 암송아지 산지가격은 최근의 추세를 따라가는 것으로 나타남.
 - 또한 당기 암소 도매가격(실질)이 100원 상승하면 암송아지 산지가격(실질)은 약 10원 상승하는 것으로 나타남.

Dependent Variable: PFCF/PPI

Method: Two-Stage Least Squares

Sample (adjusted): 2003Q2 2016Q4

Included observations: 55 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-8.423657	2.064492	-4.080257	0.0002
PFCF(-1)/PPI(-1)	0.760138	0.052427	14.49910	0.0000
PWF/PPI	0.099599	0.021373	4.659931	0.0000
R-squared	0.956383	Mean dependent var		25.91946
Adjusted R-squared	0.954705	S.D. dependent var		11.16440
S.E. of regression	2.376075	Sum squared resid		293.5782
F-statistic	562.8500	Durbin-Watson stat		1.684246
Prob(F-statistic)	0.000000	Second-Stage SSR		375.3698
J-statistic	25.28737	Instrument rank		14
Prob(J-statistic)	0.008273			

- 1) PFCF: 암송아지 산지가격(6~7개월령)
- 2) PWF: 암소 도매가격(지육, 원/kg)
- 3) PPI: 생산자 물가지수(2010=100)

3절. 공적분 검정 결과

- 내 변수 간의 안정적인 시계열을 생성하는 선형결합의 존재여부를 판단하기 위하여 공적분 검정을 실시함. 공적분 검정을 통해 원자료를 이용한 회귀분석 추정량이 일관성(consistency)을 보장하는지 확인하였음.
 - 공적분 개념은 불안정한 자료를 변환하지 않고도 회귀분석을 적용할 수 있는 논리적 근거를 제공함.
- 공적분 검정을 위해 Engle and Yoo 공적분 검정(Engle and Yoo, 1987)과 요한슨 공적분 검정(Johansen's cointegration test)을 실시하였음.
 - Engle and Yoo 공적분 검정방법은 1개의 설명변수 또는 자기시차변수와 종속변수 간 공적분 관계를 검정하는데 사용됨. 실질 국민총소득, 쇠고기 소비자가격, 암·수송아지 산지가격, 출생두수의 5개 행태방정식은 Engle and Yoo 검정방법을 이용함.
 - 그러나 종속변수를 포함하여 3개 이상의 변수 간 공적분 관계를 검정하는 경우에는 2개 이상의 공적분 관계가 존재할 수 있기 때문에 Engle and Yoo 검정방법을 사용할 수 없음(Johansen, 1991).
 - n개의 설명변수로 이루어진 방정식에서 최대 n-1개의 공적분 관계 유무를 검정하는 방법으로 요한슨 공적분 검정이 대표적임. 공급·수요측면의 암·수소 도축두수와 정액판매량의 5개 행태방정식은 요한슨 공적분 검정방법을 이용함.
- 공적분 검정결과, 한우 수급모형 구축에 이용된 모든 행태방정식에서 공적분 관계(장기적인 선형결합)가 존재하는 것으로 확인됨.

표 4-1. 한우 수급모형 주요방정식 Engle and Yoo 공적분 검정결과

	T-statistic	Prob.
암송아지 산지가격	-6.511899	0.0000***
수송아지 산지가격	-5.423737	0.0002***
출생두수	-9.685266	0.0000***
쇠고기 소비자 가격	-7.493758	0.0000***
실질 국민총소득	-3.581833	0.0401**

: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 통계적으로 유의함을 의미함.

표 4-2. 한우 수급모형 주요방정식 Johansen 공적분 검정결과

		Eigenvalue	Trace Statistic	Critical Value	Prob.
정액판매량	None	0.7449	97.2321	42.9153	0.0000***
	At most 1	0.3044	24.8344	25.8721	0.0669
암소 도축(공급)	None	0.6401	69.3826	42.9153	0.0000***
	At most 1	0.2079	16.2370	25.8721	0.4737
암소 도축(수요)	None	0.5112	90.5026	88.8038	0.0375**
	At most 1	0.3705	53.2794	63.8761	0.2805
수소 도축(공급)	None	0.6384	66.3933	42.9153	0.0001***
	At most 1	0.1523	13.5042	25.8721	0.6982
수소 도축(수요)	None	0.5858	99.7821	88.8038	0.0064***
	At most 1	0.3634	53.9466	63.8761	0.2568

주: *, **, ***은 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 통계적으로 유의함을 의미함.

제 5 장

검증 및 시나리오 분석

1절. 예측력 검증

- 평가하는 방법으로 평균 절대 백분율 오차(MAPE: Mean Absolute Percent Error), 평균 제곱 백분율 오차(MSPE: Means Squared Percentage Error), 평균 절대 오차(MAE: Mean Absolute Error), 평균제곱오차(MSE: Mean Squared Error), 평균 제곱근 백분율 오차(RMSPE: Root Mean Square Percent Error), 평균 절대 백분율 오차(MAPE: Mean Absolute Percent Error), 테일의 불균등 계수(Theil's U: Theil's Inequality coefficient) 등이 있음.
- 본 연구에서 구축된 쇠고기이력제 기반 한우 수급모형의 예측치 정밀도 측정 기준으로는 RMSPE, MAPE, 테일의 불균등 계수가 고려됨.
 - 평가 기준으로 선정된 3가지 방법은 측정단위에 영향을 받지 않기 때문에 실측치에 대한 예측 오차의 상대적인 크기를 측정하는데 대표적으로 사용됨.
- 상기 선정된 3가지 방법을 이용하여 최근 3개년(2014년 1분기~2016년 4분기)의 12개 표본에 대한 예측력을 검토함.

- 예측치와 실측치 간 오차율을 나타내는 RSMPE와 MAPE는 평가 결과 값이 작을수록 예측치의 정밀도가 우수한 것을 나타냄.
- 테일의 불균등 계수는 0과 1 사이의 값을 가지게 되는데, 예측치와 실측치가 정확히 같은 경우 0의 값을 갖게 됨. 일반적으로 계수값이 작을수록 모형 예측력이 높다고 할 수 있음.
- 각 평가기준의 수식은 다음과 같으며 Y_t^s 는 실측치와 예측치의 차이인 예측 오차(또는 잔차)를 의미하며, n 은 예측기간 수(표본 수)를 의미함.

$$RMSPE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{t=1}^n \left(\frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right)^2} \times 100$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right| \times 100$$

$$Theil's \text{ inequality coefficient} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s - Y_t)^2}}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s)^2 + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t)^2}}$$

s 는 예측치, Y_t 는 실측치, n 은 예측기간 수

1. 출생 관련 추정식 예측력 검증

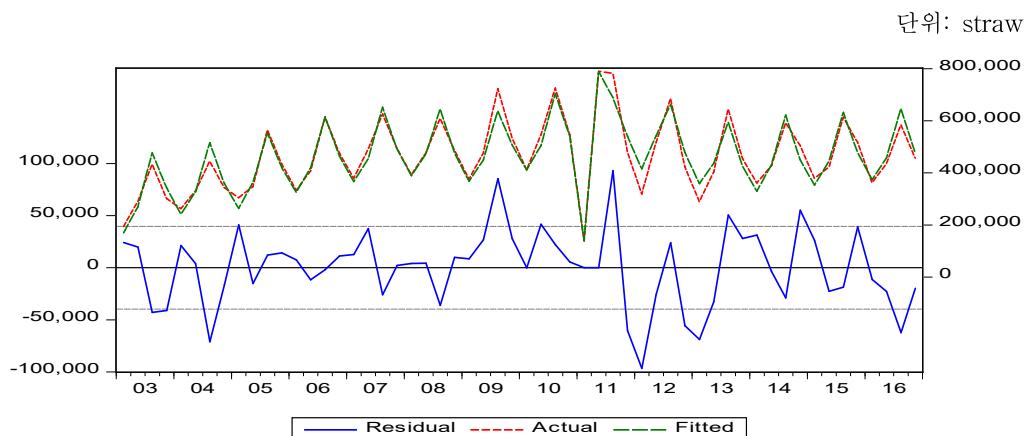
가. 정액판매량

- OLS 기법으로 추정하였으며, 추정결과의 예측력 검증결과는 <표5-1>과 같으며, 전체 표본기간의 분기별 추적력은 <그림5-1>과 같음.
- 예측력 검증결과, 정액판매량 추정식은 비교적 양호한 예측력을 보이는 것으로 나타남. 최근 3년간 MAPE는 5.7%~6.3%로 측정되었으며 3년 평균 MAPE는 6.0%로 나타남. 또한 Theil's U 값이 0.06으로 예측력은 양호한 것으로 나타남.

표 5-1. 정액판매량 추정결과에 따른 기간별 오차율 검정

기간	MAPE	RMSPE	Theil's U
2014	6.3%	7.4%	0.06
2015	5.7%	6.0%	
2016	5.8%	6.5%	
전체(2014~2016년)	6.0%	6.7%	

그림 5-1. 정액판매량 추정결과 추적력 검토



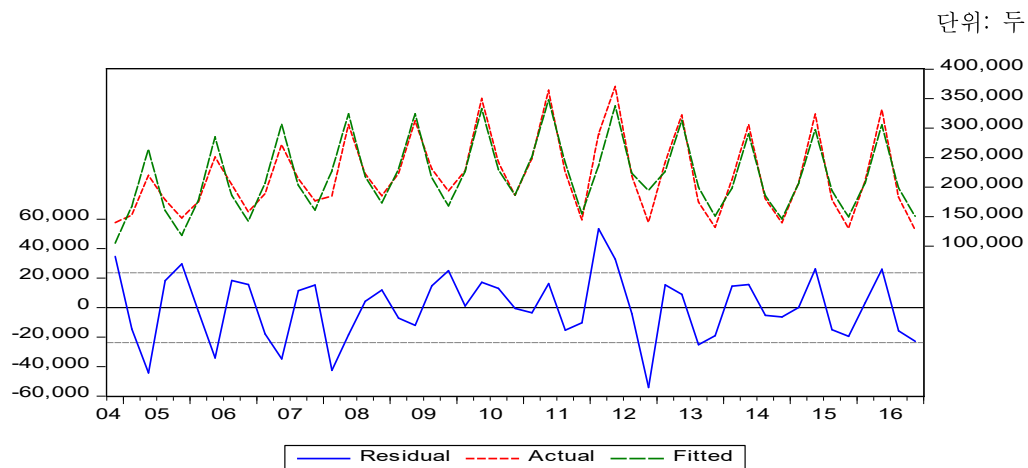
나. 출생두수

- 검증결과, 출생두수 추정식은 상대적으로 낮은 예측력을 보이는 것으로 나타남. 최근 3년간 MAPE를 살펴보면, 2014년 4.8%, 2015년 7.9%, 2016년 8.4%로 예측력이 점차 낮아지고 있으며 3년 평균 MAPE는 7.0%로 측정됨. 이는 출생두수 행태방정식의 설명변수로 가장 적합한 정액투입량 자료를 확보하지 못해 정액판매량을 정액투입량의 대리변수로 도입하였기 때문에 예측오차가 커진 것으로 판단됨.

표 5-2. 출생두수 추정결과에 따른 기간별 오차율 검정

기간	MAPE	RMSPE	Theil's U
2014	4.8%	5.0%	0.08
2015	7.9%	9.5%	
2016	8.4%	9.8%	
전체(2014~2016년)	7.0%	8.4%	

그림 5-2. 출생두수 추정결과 추적력 검토



2. 도축두수 추정식 예측력 검증

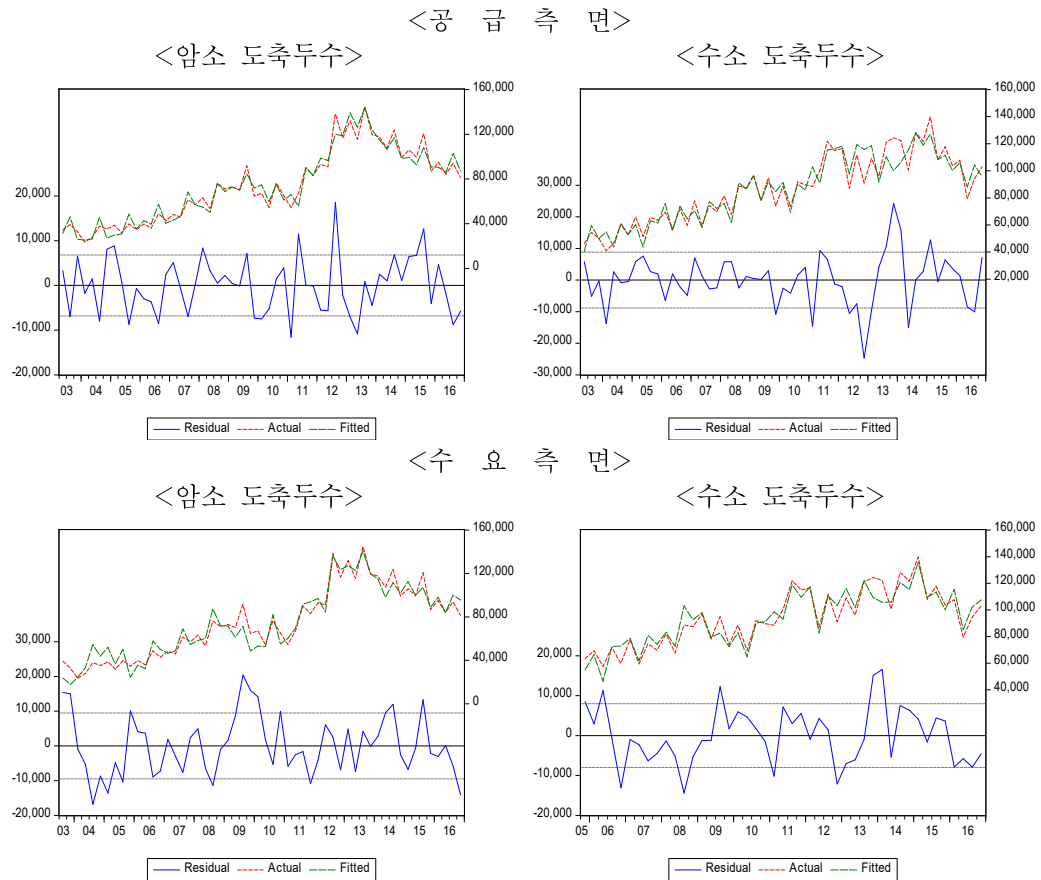
- 검증결과는 <표5-3> 같으며, MAPE 기준 공급측면 암·수소 도축두수는 각각 5.1%, 6.5%로 나타났으며, 수요측면은 각각 5.9%, 5.8%로 나타남.
 - 공급측면 암소 도축두수는 최근 3년 MAPE 기준 2.4%~7.0%, 수소는 4.6%~7.4%로 분석됨.
 - 수요측면 암소 도축두수는 최근 3년 MAPE 기준 5.1%~6.7%, 수소는 3.1%~8.3%로 나타남.
 - Theil's U는 모두 0에 근사하여 공급과 수요측면 도축두수 추정결과는 안정적인 것으로 판단됨.
- 추적력 검토결과, 계절적 특성을 지닌 자료임에도 불구하고 예측치가 실측치의 추세를 잘 반영하는 것으로 나타남.

표 5-3. 암·수소 도축두수 추정결과에 따른 기간별 오차율 검정 결과

구분		기간	MAPE	RMSPE	Theil's U
공급	암소	2014	2.4%	3.0%	0.07
		2015	7.0%	7.3%	
		2016	5.9%	6.4%	
		전체(2014~2016년)	5.1%	5.9%	
	수소	2014	7.5%	9.9%	0.07
		2015	4.6%	5.6%	
		2016	7.4%	8.3%	
		전체(2014~2016년)	6.5%	8.1%	
수요	암소	2014	5.9%	6.8%	0.08
		2015	5.1%	6.5%	
		2016	6.7%	9.4%	
		전체(2014~2016년)	5.9%	7.7%	
	수소	2014	7.5%	8.3%	0.05
		2015	2.9%	3.1%	
		2016	6.8%	7.0%	
		전체(2014~2016년)	5.8%	6.5%	

그림 5-3. 암·수소 도축두수 추정결과 추적력 검토

단위: 두



3. 가격 추정식 예측력 검증

- 추정식의 예측력 검증은 시장청산 조건을 통해서 도출되는 도매가격을 제외하고 암·수송아지 산지가격과 쇠고기 소비자가격의 예측력을 검증하였음.

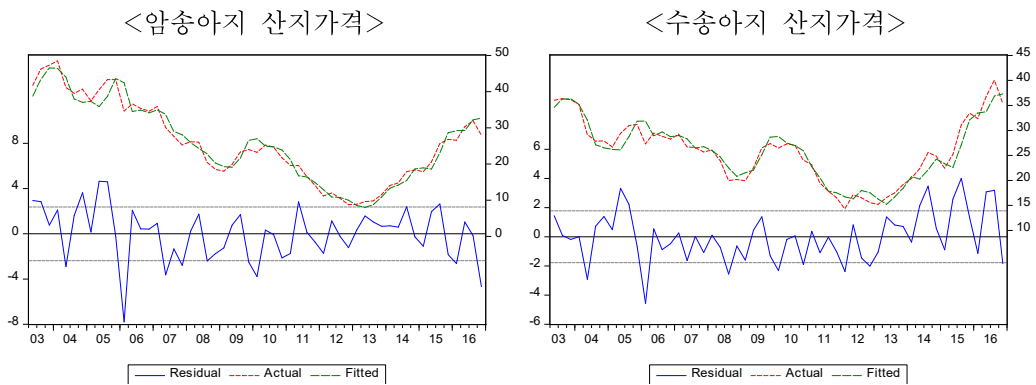
가. 암·수송아지 산지가격

- 예측력 검증결과, 암·수송아지 산지가격 추정식은 비교적 양호한 예측력을 보이는 것으로 나타남. 최근 3년 평균 MAPE는 수송아지 6.9%, 암송아지 7.3%로 측정됨.
 - 수송아지 최근 3년 MAPE는 6.3%~7.8%, 암송아지는 5.9%~8.2%로 측정됨.
 - Theil's U는 암·수송아지 산지가격 모두 0.1보다 작은 것으로 측정되어 추정결과는 비교적 안정적인 것으로 판단됨.
- 다른 추정식과 비교하여 상대적으로 예측정확도가 낮은 편임. 이는 송아지 가격의 설명변수로 성우 산지가격이 아닌 도매가격을 도입하여 설명력이 다소 낮아졌기 때문인 것으로 판단됨.

표 5-4. 암·수송아지 산지가격에 대한 예측력 결과

구분	기간	MAPE	RMSPE	Theil's U
암송아지 산지가격	2014	5.9%	7.4%	0.09
	2015	8.2%	8.4%	
	2016	7.6%	9.9%	
	전체(2014~2016년)	7.3%	8.6%	
수송아지 산지가격	2014	6.8%	8.4%	0.08
	2015	7.8%	8.7%	
	2016	6.3%	6.6%	
	전체(2014~2016년)	6.9%	8.0%	

그림 5-4. 암·수송아지 산지가격 추정결과 추적력 검토



나. 쇠고기 소비자가격

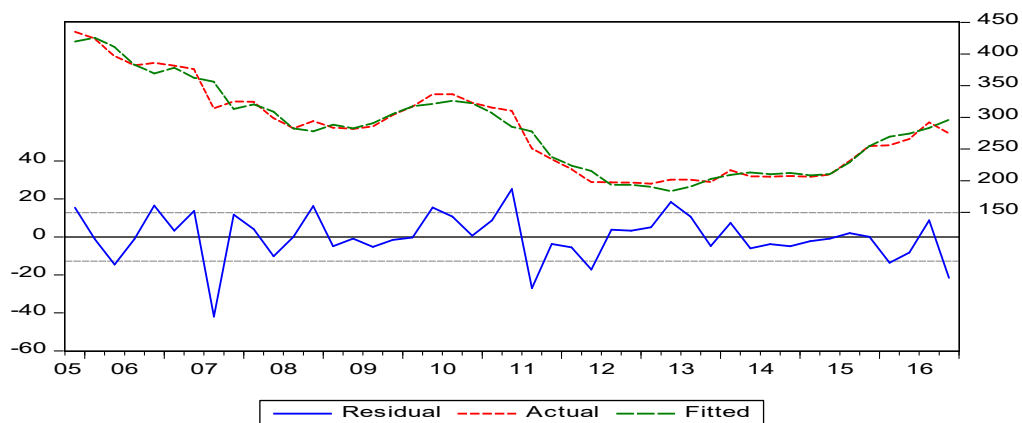
- 검증결과, 쇠고기 소비자가격 추정식은 예측력이 매우 높은 것으로 나타남. 최근 3년 평균 MAPE는 2.7%로 측정되었으며 동기간 MAPE는 0.6%~4.8%로 측정됨. 소비자가격은 도매가격 또는 산지가격과 같이 소비자의 수요와 공급 상황에 영향을 받지 않고, 도매가격으로부터 직접적인 영향을 받기 때문에 예측오차가 매우 양호하게 나타난 것으로 판단됨.

표 5-5. 쇠고기 소비자가격에 대한 예측력 결과

기간	MAPE	RMSPE	Theil's U
2014	2.6%	5.6%	0.04
2015	0.6%	0.7%	
2016	4.8%	5.2%	
전체(2014~2016년)	2.7%	3.4%	

그림 5-5. 쇠고기 소비자가격 추정결과 추적력 검토

단위: 두



2절. 기본 전망 및 시나리오 분석

- 기반으로 구축된 한우 수급모형의 적합도 및 안정성을 검토하기 위한 하나의 방안으로 몇 가지 시나리오 설정 후 모의실험을 통해 한우 시장에 미치는 영향을 분석함.
 - 시나리오 분석은 외생변수의 변화에 따라 도출된 내생변수 값을 과거에 결정된 내생변수의 실제값과 비교하는 것이 아니라 베이스라인 시물레이션에 의해 추정된 내생변수 전망치와 비교하는 것임.
 - 경제성장률 변화, 구제역 발생 시나리오를 임의로 설정하여 모의실험을 수행하고, 경제학적으로 예상되는 결과와 일치하는지 살펴봄.

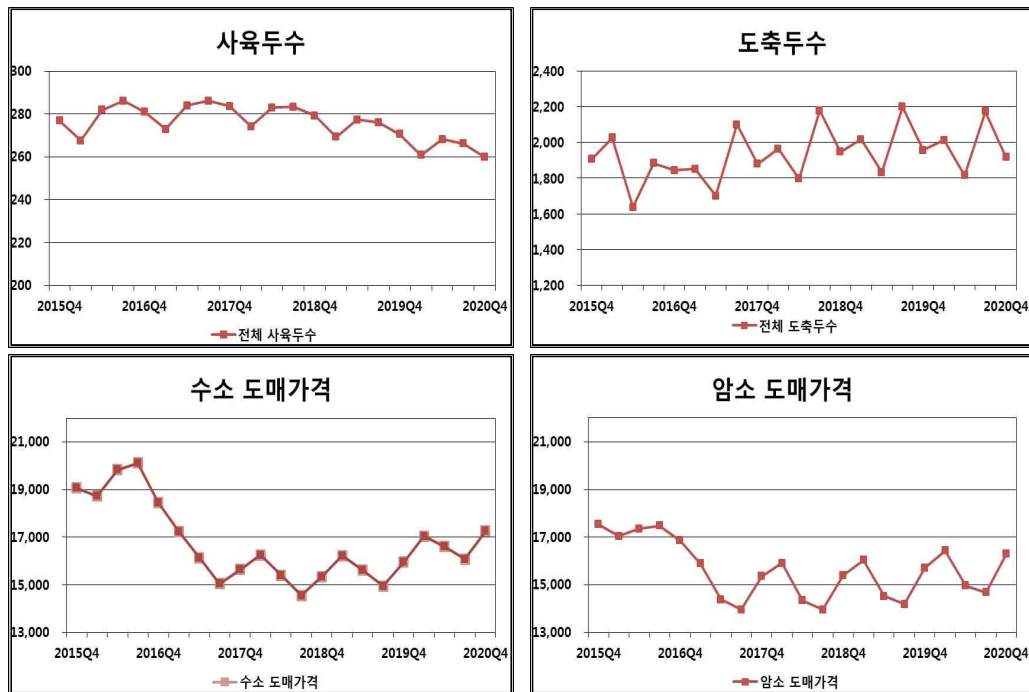
1. 베이스라인 시물레이션 전망

표 5-6. 한우 수급모형 베이스라인(2017년 4분기~2020년 4분기)

	2017년 4분기	2018년 4분기	2019년 4분기	2020년 4분기
정액판매량(만 straw)	42.6	40.3	38.4	36.9
출생두수(천 두)	1,411	1,339	1,259	1,186
전체 사육두수(만 두)	284	279	271	260
전체 도축두수(백 두)	1,879	1,947	1,956	1,916
암소 도매가격(원/kg)	15,357	15,400	15,711	16,304
수소 도매가격(원/kg)	15,642	15,354	15,962	17,257
암송아지 산지가격(원/두)	2,703	2,618	2,597	2,664
수송아지 산지가격(원/두)	2,688	2,375	2,369	2,577
소비자가격(원/kg)	28,080	26,196	26,023	27,391

그림 5-6. 한우 수급모형 베이스라인(2015년 4분기~2020년 4분기)

단위: 만 두, 원



2. 시나리오 분석

가. 경제성장률 변화

- 2017 1분기부터 경제성장률이 베이스라인(global insight 전망치)보다 0.3%p 상승하는 시나리오로 상정하여 경기부양이 한우시장의 수급 및 가격에 미치는 영향을 분석함.

그림 5-7. 경제성장률 시나리오

단위: %

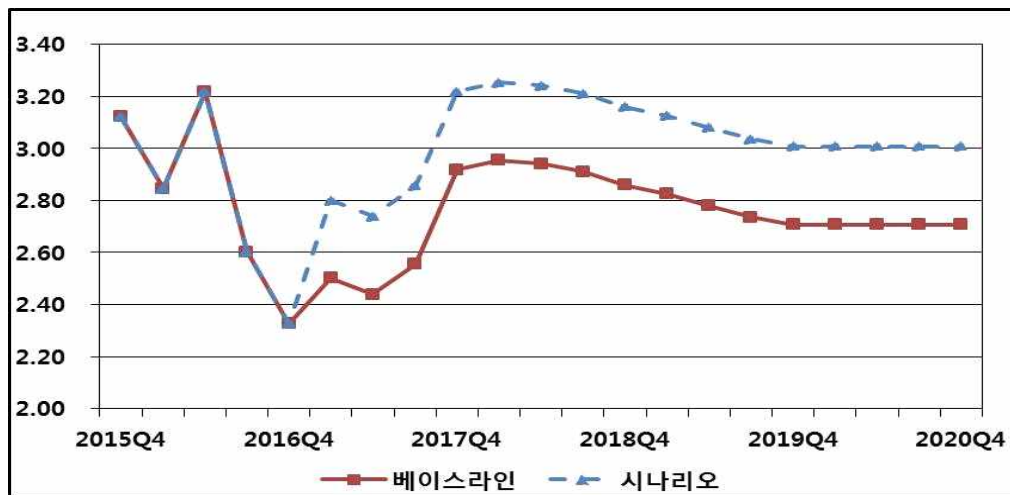


표 5-7. 경제성장률 상승 시나리오 분석결과(베이스라인 대비 증감률)

단위: %

	2017년 1분기	2017년 2분기	2017년 3분기	2017년 4분기	2018년 4분기	2019년 4분기	2020년 4분기
정액판매량(만 straw)	0.01	0.02	0.02	0.05	0.18	0.44	0.86
출생두수(천 두)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.20	0.51
전체 사육두수(만 두)	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.04	0.18	0.46
전체 도축두수(백 두)	0.06	0.03	-0.01	-0.05	-0.26	-0.57	-0.86
암소 도매가격(원/kg)	0.25	0.32	0.38	0.40	1.00	1.76	2.53
수소 도매가격(원/kg)	0.23	0.28	0.34	0.37	0.94	1.60	2.03
암송아지 산지가격(원/두)	0.14	0.27	0.42	0.54	1.62	3.20	5.01
수송아지 산지가격(원/두)	0.11	0.21	0.32	0.42	1.30	2.44	3.31
소비자가격(원/kg)	0.09	0.18	0.28	0.37	1.16	2.30	3.44

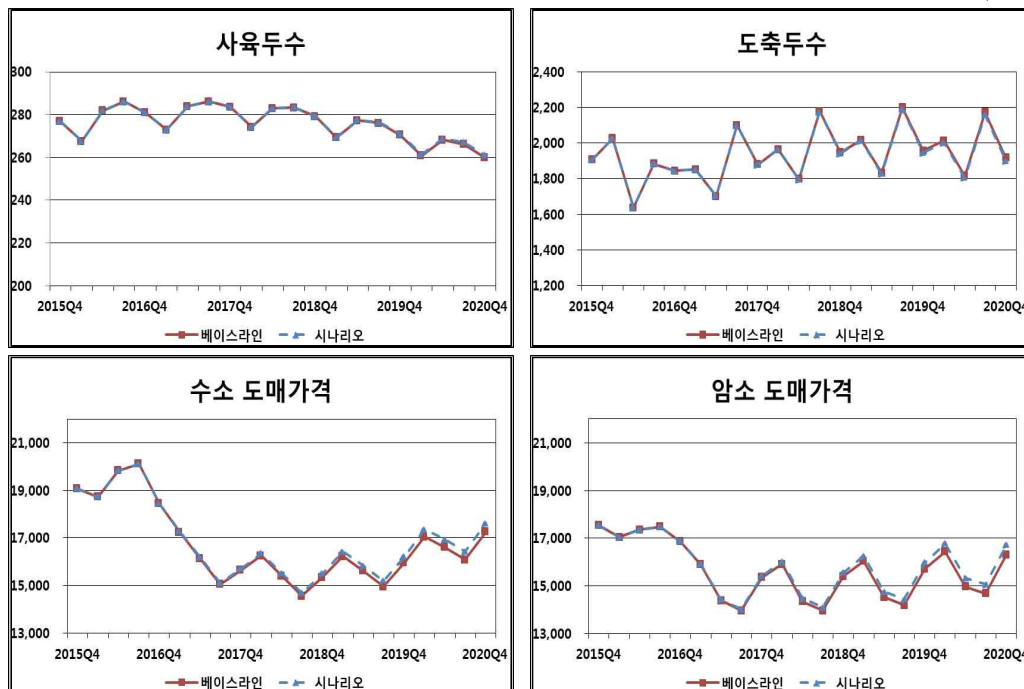
- , 경기부양에 따라 한우 수요가 증가하여 2017년 1분기부터 2분기 까지 도축두수 증가와 함께 도매가격이 베이스라인 대비 상승함. 하지만, 2017년 3분기부터는 도매가격 상승요인으로 인한 수요 감소폭이 소득증가로 인한 수요 증가폭을 상회하여 도축두수가 베이스라인 대비 감소하는 것

분석됨.

- 한우 도축두수는 2017년 1분기와 2분기는 베이스라인 대비 각각 0.06%, 0.03% 증가하나 2017년 3분기부터는 감소하여 2017년 4분기 0.05%, 2018년 4분기 0.26%, 2019년 4분기 0.57%, 2020년 4분기 0.86% 감소하는 것으로 나타남.
- 이러한 도매가격 상승으로 축산농가의 번식의향이 증가하여 출생두수가 증가할 것으로 분석됨. 출생두수 증가와 도축두수 감소로 2020년 4분기 사육두수는 베이스라인 대비 0.46% 증가할 것으로 분석됨.

그림 5-8. 경제성장률 상승 시나리오 분석 결과(2015년 4분기~2020년 4분기)

단위: 만 두, 원



나. 구제역 발생 시나리오

- 전염성이 높은 우제류 가축에 대한 급성전염병으로 발생할 경우 치사율이 상당히 높음.
- 본 연구에서 구제역 발생 시나리오를 분석하기 위하여 구제역 단계를 최초발생, 주의단계, 경계단계, 심각단계로 구분하였으며 매년 말(4분기)에 발생하여 익년 2분기에 해제되는 것으로 상정함.

표 5-8. 구제역 발생에 따른 단계별 적용 폐사율 가정

	구제역 단계별 폐사율			
	최초발생단계	주의단계	경계단계	심각단계
구제역 발생가정	1%	3%	5%	10%

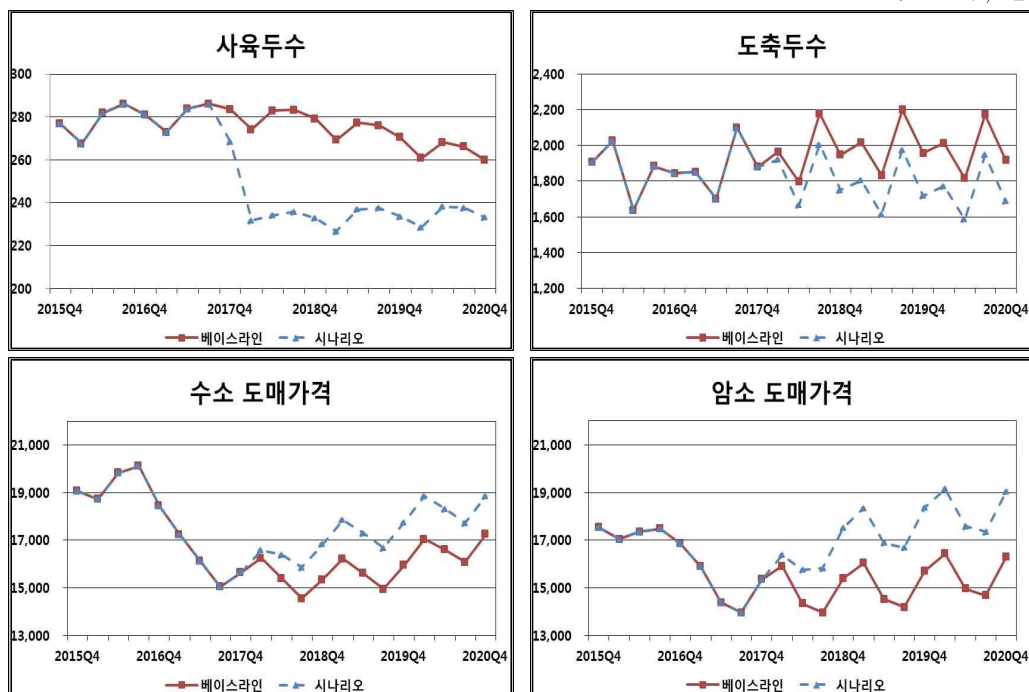
- 구제역 최초발생단계는 전체 폐사율이 베이스라인 대비 1% 증가, 주의단계, 경계단계, 심각단계는 각각 3%, 5%, 10% 증가하는 것으로 가정함.
- 본 연구에서 상정한 구제역 발생 시나리오는 다음과 같음.
 - 2017년 4분기: 경계단계
 - 2018년 1분기: 심각단계
 - 2018년 2분기: 주의단계
- 시나리오 분석결과, 2017년 4분기 전체 사육두수는 베이스라인 대비 5.36% 감소할 것으로 분석됨. 2018년 2분기까지 지속될 것으로 가정된 구제역으로 사육두수는 2018년 4분기 베이스라인 대비 16.6% 감소하는 것으로 분석됨.
- 특히, 구제역발생에 따른 도축두수 감소로 2018년 4분기 암소 도매가격은 베이스라인 대비 13.75%, 2019년 4분기 17.0% 상승하고, 수소 도매가격은 베이스라인 대비 2018년 4분기 9.6%, 2019년 4분기 11.2% 상승하는 것으로 분석됨.

표 5-9. 구제역 발생 시나리오 분석결과(베이스라인 대비 증감률)

	2017년 4분기	2018년 1분기	2018년 2분기	2018년 4분기	2019년 4분기	2020년 4분기
정액판매량(만 straw)	0.00	0.13	0.41	1.22	3.70	6.55
출생두수(천 두)	0.00	0.00	0.00	0.03	1.26	4.17
전체 사육두수(만 두)	-5.36	-15.47	-17.26	-16.58	-13.66	-10.28
전체 도축두수(백 두)	0.00	-2.22	-7.30	-10.11	-12.23	-11.90
암소 도매가격(원/kg)	0.00	2.94	9.84	13.75	16.96	16.81
수소 도매가격(원/kg)	0.00	2.02	6.43	9.63	11.22	9.23
암송아지 산지가격(원/두)	0.00	1.67	6.56	17.41	32.85	39.15
수송아지 산지가격(원/두)	0.00	1.13	4.34	11.09	18.24	17.37
소비자가격(원/kg)	0.00	0.99	3.90	10.54	20.04	22.80

그림 5-9. 구제역 발생 시나리오 분석결과(2015년 4분기~2020년 4분기)

단위: 만 두, 원



제6장

이용·활용과 시사점

1절. 모형의 이용 및 활용방법⁵

1. 모형의 기본 메뉴 및 작동 원리

- 수급모형 운영의 편의성을 높이고자 수급분석 결과는 모형파일 내 자료(Data), 방정식(Equations), 균형장치(Equilibrators) 3개의 워크시트를 통해 도출되도록 구축함.
 - 자료 워크시트는 코호트요인법 및 각 개별 자료의 실측치를 기본으로 작성함.
 - 방정식 워크시트는 주요변수의 추정결과를 작성한 후 자료(Data) 워크시트와 연동되어 추정치가 도출됨.
 - 균형장치 워크시트는 자료 워크시트와 연동되어 공급과 수요를 일치시키는 균형가격을 도출함.
 - 모형의 작동은 자료 입력 ⇨ 방정식 입력 ⇨ 균형장치 작동 순으로 이루어짐.

5 조재성 외(2013). 참조·인용

표 6-1. 한우 수급모형 구성 요소

	구성 요소
Main Page	워트시트로의 하이퍼링크, 한우모형 수급구조 개념도
Data	각종 변수 및 자료 정리
Equations	주요변수 추정 방정식 정리
Graph	시계열 자료 그래프로 정리
Table	시계열 자료 표로 정리
Analysis	시나리오 분석 가능한 분석 워크시트
Equilibrator	수급이 일치하는 균형가격을 찾는 균형장치
Check_Fitness	RMSPE, MAPE, THEIL's U 결과 정리

○ 운용을 위해서는 다음과 같은 엑셀프로그램의 기본옵션 설정이 필요함.

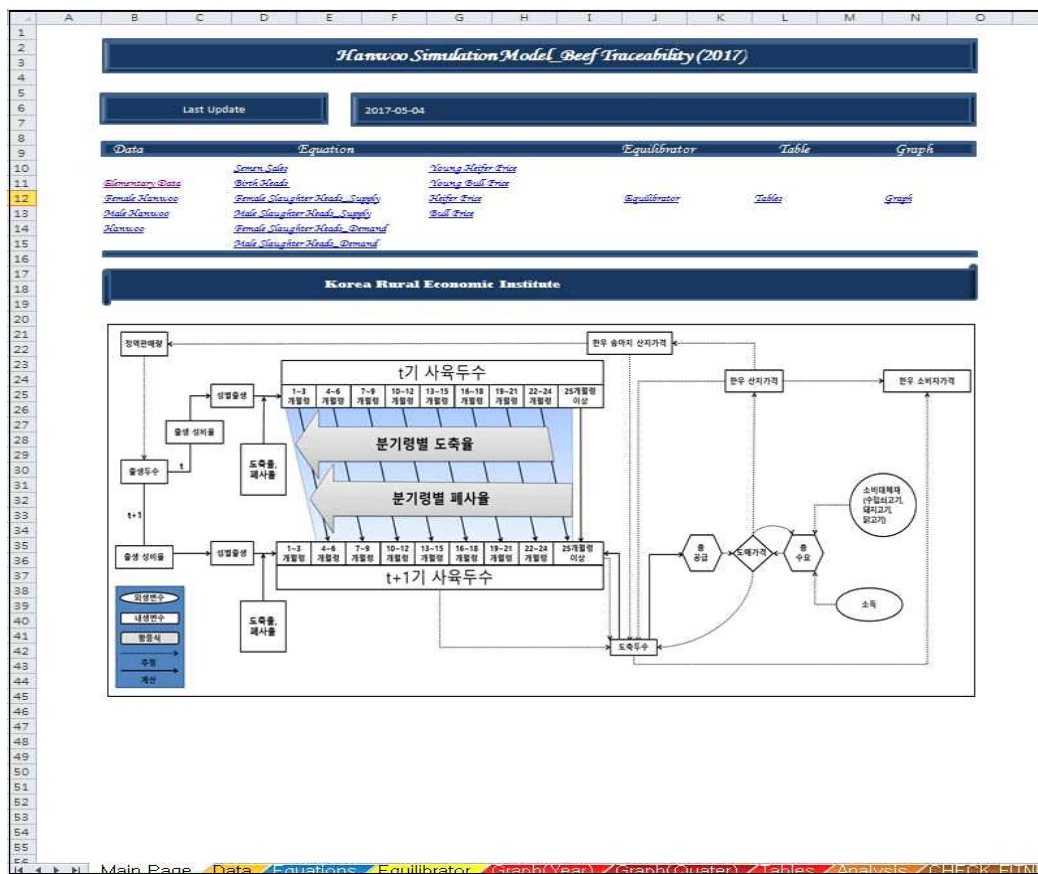
- 일반적으로 엑셀의 계산 옵션은 “자동”으로 설정되어 있으나, 이를 “수동”으로 설정해야 모형 운용 및 구동 시 순환참조오류 발생으로 인한 피해를 예방할 수 있음.
- 메뉴-옵션-수식을 차례로 클릭한 뒤, 계산 방식을 수동으로 설정함.
- 반복계산 허용 탭을 선택하고 최대 반복회수는 100~10000회, 변화 한도 값 0.01로 설정함.
- 수동계산 시 F9키(파일 전체 계산) 또는 Shift+F9키(선택시트 내 계산)를 이용할 수 있음.

그림 6-1. 반복계산 옵션 설정탭



- 워크시트는 자료(Data), 방정식(Equation), 균형장치(Equilibrator), 테이블(Tables), 그래프(Graph) 워크시트 이동을 편리하게 할 수 있도록 하이퍼링크로 구성됨. 메인페이지 워크시트는 모형 작동에는 영향을 미치지 않으며 한우 수급모형의 구조 개념도를 포함함.
- 메인 워크시트의 Elementary Data를 클릭하면 자료 워크시트의 기본 자료 목록으로 이동하며, Female Hanwoo를 클릭하면 한우 암소 자료 목록으로 이동함. 동일하게 변수별 Equation 내 각 종속변수명을 클릭하면 방정식 워크시트 내 각 변수의 추정결과로 이동하고 Equilibrator, Tables, Graph를 누르면 각각 균형장치, 테이블, 그래프 워크시트로 이동함.

그림 6-2. 메인 페이지(Main Page) 워크시트



가. 자료 입력

- 있어서 자료는 크게 외생변수와 내생변수로 구분됨. 외생변수에 대한 자료는 통계청 장래추계인구 자료, 실질 국내총생산 등으로 모형에는 포함되어 있으나 외부로부터 주어지는 자료를 의미함. 반면 내생변수에 대한 자료는 출생두수, 정액판매량, 도축두수, 사육두수의 현시점까지 자료를 이용하여 미래 전망치를 모형에서 결정하는 자료를 의미함.
- 외생변수의 수정이나 입력은 워크시트 해당 칸에 신규값을 수정하거나 입력함. 반면에 내생변수는 시점에 따라 신규자료 입력 및 수정 방법에 차이가 있음.
 - 현시점까지 발표 자료는 외생변수 작성방식과 동일하게 작성함.
 - 현시점에 발표되지 않은 자료는 코호트요인법 및 추정식을 통해 도출된 모형 추정치가 입력됨.
- 일부변수(분기령별 사육두수, 폐사두수, 도축두수)는 코호트요인법으로 인한 계산식으로 도출되나 정액판매량, 출생두수, 도축두수, 암·수송아지 산지가격, 암·수소 도매가격은 방정식 추정결과에 따라 도출됨.
 - 사육두수, 폐사두수, 도축두수는 분기별·분기령별 코호트 요인계수를 이용하여 추정됨.
 - 방정식으로부터 도출되는 변수의 추정치는 방정식(Equations) 워크시트의 해당 변수를 종속변수로 갖는 방정식의 ESTIMATION 값을 사용함.

그림 6-3. 자료(Data) 워크시트

	A	B	C	D	E	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP
1	변수명	설명	단위	출처		2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017
2				100		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
43	<Female Hanwoo>					50.7%	51.4%	51.6%	50.8%			
44	BIRTH_F_RATE	암소 출생률	%	이력시스템	계	49.3%	48.6%	48.4%	47.4%	49.0%	49.0%	49.0%
45	BIRTH_F	출생두수	두수	이력시스템		104,094	160,927	88,573	61,809	105,557	151,220	95,509
46	1-3_F	1~3개월령	두수	이력시스템		102,022	157,774	86,874	60,515	102,897	147,772	93,331
47	4-6_F	4~6개월령	두수	이력시스템		60,572	100,682	155,623	85,609	61,041	101,352	145,553
48	7-9_F	7~9개월령	두수	이력시스템		83,431	60,199	100,221	154,685	85,243	60,680	100,753
49	10-12_F	10~12개월령	두수	이력시스템		150,735	83,117	59,993	99,883	156,639	84,926	60,455
50	13-15_F	13~15개월령	두수	이력시스템		97,675	150,287	82,896	59,823	96,483	156,209	84,693
51	16-18_F	16~18개월령	두수	이력시스템		63,783	97,462	149,938	82,643	59,943	96,200	155,751
52	19-21_F	19~21개월령	두수	이력시스템		83,043	63,499	97,093	149,351	84,851	59,637	95,709
53	22-24_F	22~24개월령	두수	이력시스템		139,602	81,993	62,729	96,297	146,871	83,827	58,917
54	25+	25개월령 이상	두수	이력시스템		1,060,251	1,114,331	1,101,003	1,080,800	1,081,657	1,140,858	1,117,889
55	FM	1세미만	두수	통계청 보정(C)		396,759	401,771	402,708	400,685	405,819	394,730	400,092
56	FT	1세~2세 미만	두수	통계청 보정(C)		384,103	393,241	392,655	388,113	388,148	395,873	395,070
57	FY	2세 이상	두수	통계청 보정(C)		1,060,251	1,114,331	1,101,003	1,080,800	1,081,657	1,140,858	1,117,889
58	NF	전체	두수	통계청 보정(C)		1,841,113	1,909,343	1,896,366	1,869,598	1,875,624	1,931,462	1,913,051

나. 방정식 입력

- 워크시트에는 Eviews 9.1 통계 패키지를 이용하여 추정한 개별 함수에 대한 추정결과가 모두 입력되어 있음. 방정식 워크시트에 입력된 개별 방정식은 독립변수에 대한 추정계수, SUM, ADJUSTMENT, ESTIMATION, ACTUAL, MAPE, RMSPE, THEIL's U 항목으로 구성되어 있음.
 - 실질 국민총소득, 정액판매량, 암·수소 도축두수, 암·수송아지 산지가격, 쇠고기 소비자가격
- SUM은 해당 방정식의 추정계수와 독립변수들을 각각 곱한 값의 합으로 오차항을 제외한 해당 변수의 순수 추정치임.
- ADJUSTMENT는 시장에 충격을 줄 수 있는 특정사건이나 정책 등의 영향이 예상될 때 연구자의 판단을 모형에 반영할 수 있도록 설정한 임의의 항임.
 - 실측치가 발표되기 이전 자료(미래 자료)에 대한 ADJUSTMENT 항의

기본적으로 직전기의 오차 값 또는 최근 4분기의 평균 오차 값으로 설정되어 있음. 그러나 특정사건 또는 정책 등으로 인한 변동이 예상되면 ADJUSTMENT 항의 값을 임의의 상수로 변경할 수 있음. 임의의 상수는 관련 전문가들의 의견이나 연구자의 판단에 따라 설정할 수 있음.

- ESTIMATION은 SUM과 ADJUSTMENT의 합으로 방정식에서 도출되는 해당 변수의 최종 추정치임.
- ACTUAL은 해당 종속변수의 실제 값이며 자료 워크시트의 해당 변수 값과 연결되어 있음. 따라서 실측치가 발표되기 이전 자료(미래 자료)에 대한 ACTUAL 항의 값은 기본적으로 ESTIMATION 항의 값과 동일함. 이는 자료 워크시트에 자료 입력 시 현시점을 기준으로 발표되지 않은 자료는 방정식에서 도출된 추정치(ESTIMATION 항의 값)를 입력하기 때문임. 반면, 실측치가 발표된 종속변수의 ADJUSTMENT 항의 값은 실측치(ACTUAL)와 오차항을 제외한 순수 추정치(SUM 항의 값) 간의 차이로 예측 오차를 의미함.

그림 6-4. 방정식(Equation) 워크시트

	A	B	C	D	E	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP
1						2015	2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017
2						Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
17	Dependent Variable: SEM												
18	2003Q1-2016Q4												
19	10016	C				10016	10016	10016	10016	10016	10016	10016	10016
20	0.22802	ASEM(-1)			0.89	437643	440518	436705	439711	433107	419245	410625	402163
21	4054	(PFCF_A+PFCM_A)/2/NFEED			0.07	30478	29654	34492	37232	33171	29925	28822	27846
22	-106446	DS1				0	-106446	0	0	0	-106446	0	0
23	-23304	DS2				0	0	-23304	0	0	0	-23304	0
24	159876	DS3				0	0	0	159876	0	0	0	159876
25	-297359	DUM1101				0	0	0	0	0	0	0	0
26	335184	DUM1102				0	0	0	0	0	0	0	0
27		SUM				478137	373742	457909	646835	476294	352740	426159	599900
28		ADJUSTMENT			0.00	39125	-11315	-22754	-62229	-19827	-28117	-28117	-28117
29		ESTIMATE				517262	362427	435155	584606	456467	324623	398042	571783
30		ACTUAL			463667.14	517262	362427	435155	584606	456467	324623	398042	571783
31		MAPE			5.8%	0.08	0.03	0.05	0.11	0.04	0.09	0.07	0.05
32		RMSPE			6.2%	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
36		THEIL'S U			0.06								

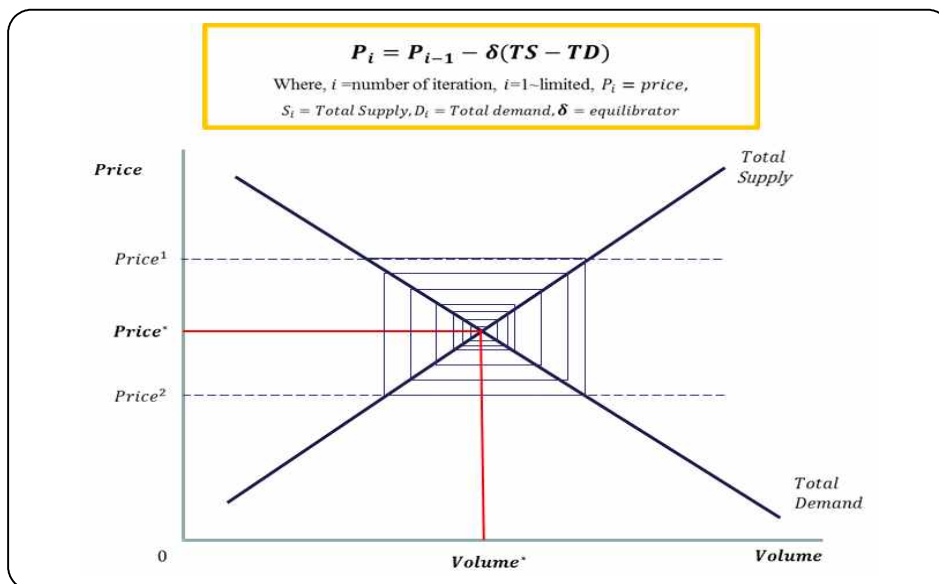
다. 균형장치 작동

- 워크시트는 시장청산조건(수요=공급)을 만족하는 균형가격을 도출하기 위해 작성됨. 균형장치 워크시트는 Old Price, Supply-Demand, Adjustment Factor, New Price 항목으로 구성됨.
- Old Price는 자료 워크시트의 현재 가격(=), Supply-Demand(= D_i)는 현재 가격 하에서의 초과 공급 도출두수, Adjustment Factor(= δ)는 초과 공급 도출두수에 곱해져서 수요와 공급이 균형(Supply-Demand=0)에 도달할 때까지 가격조정 역할을 하는 음의 값을 가진 상수(-0.1), New Price는 균형조정 과정을 1단계 거친 새로운 균형가격(= P_{i+1})임.

$$P_{i+1} = P_i - \delta(S_i - D_i)$$

= 복횡수, $i=1$, P = 가격, S = 공급 도출두수, D = 수요 도출두수, δ = 조정계수(equilibrator)

그림 6-5. 한우 수급모형의 균형가격 도출원리



: 한석호(2007).

- Old Price(=)가 높게 설정되어 있으면 초과공급(Supply-Demand > 0)이 발생하며, 초과공급은 음의 값을 가진 Adjustment Factor(=δ)와 곱해져서 New Price 항(= P_{i+1})에 새로운 가격(기존보다 낮은 가격)을 산출함. 새로운 가격은 다시 자료 워크시트의 균형가격 항과 연동되어 기존의 Old Price 항의 값을 대체함. 반대로 Old Price(= P_i)가 낮게 설정되었다면 초과공급은 음의 값을 취하게 되고, New Price 항(= P_{i+1})은 Old Price(= P_i)보다 높게 됨. 이러한 순환과정은 초과공급이 0이 될 때까지 반복(iteration)됨.
- 균형가격의 계산은 반복 순환과정을 거치기 때문에 반복 계산이 중지된 상태에서 초과 공급량이 존재하면 다시 F9키를 눌러 초과 공급량이 0이 될 때까지 반복계산을 실시함.

그림 6-6. 균형장치(Equilibrator) 워크시트

	A	B	C	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN
1				2015	2016	2016	2016	2016	2017	2017	2017
2				4	1	2	3	4	1	2	3
3	Female Wholesale Price										
4	Old Price			17,533	17,044	17,360	17,479	16,851	15,096	15,657	15,324
5	Supply-Demand			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Adjustment Factor			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	New Price		-0.1	17,533	17,044	17,360	17,479	16,851	15,096	15,657	15,324
8											
9											
10	Male Wholesale Price										
11	Old Price			19,073	18,721	19,836	20,108	18,441	16,490	17,409	16,615
12	Supply-Demand			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Adjustment Factor			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	New Price		-0.1	19,073	18,721	19,836	20,108	18,441	16,490	17,409	16,615
15											
16											
17											
18											
19											

Equilibrator / Graph(Year) / Graph(Quarter) / Tables / Analysis / CHECK FITNESS / Scenario 분석 / 이력제 통계창

2절. 시사점 및 정책적 제언

- (대체 홍보) 통계청 이력제 자료 대체 이후, 통계 이용자의 혼선을 방지하기 위해서는 지속적인 홍보가 필요함.
 - 이력제 대체에 따른 소 사육통계의 통계적 단층이 불가피함에 따라 관계 기관에서는 통계 공표 방식 전환에 대한 지속적인 홍보가 필요함. 각 기관별 홍보수단⁶을 활용하여 관련 정보를 수시로 제공함으로써 시장에서 발생할 수 있는 문제를 미연에 방지해야 함.
 - 통계의 문제점으로 인한 시장 내 부정확한 정보전달은 한우 산업에 부정적인 영향을 미칠 수 있음.
- (인공수정 기록 의무화) 실시간 송아지 생산량과 번식의향을 예측할 수 있는 암소 인공수정 정보 입력·관리시스템 구축이 필요함⁷.
 - 추정방정식의 예측력을 살펴본 결과, 출생두수 추정식이 상대적으로 낮은 예측력을 보임. 이는 정액투입량이 아닌 정액판매량을 출생두수 추정의 설명변수로 사용했기 때문임.
 - 한우 암소 개체별 인공수정 기록을 수집, DB화하여 실시간 수정 정보를 활용하면 농가의 번식의향의 정확한 예측이 가능하기 때문에 송아지 출생두수 예측력이 높아짐.
 - 따라서 한우 수급모형의 전망능력을 고도화하기 위해서는 인공수정 정보시스템을 구축하고 이를 통한 정액투입량의 실적자료가 필요함.
- (관측정보 제공 체계 구축) 이력제 자료를 기초로 한 관측정보 제공 체계 구축이 필요함.

6 한국농촌경제연구원 한육우 관측보, 한우협회 농가소식지, 한우자조금관리위원회 농가 대상 알림 문자 등을 활용
 7 한우 암소 인공수정 시 암소의 귀표 바코드와 KPN 정액에 바코드를 스마트폰 앱으로 스캔하면 자동으로 정보관리 서버에 암소 개체별 인공수정 DB 정보가 생성하도록 하는 시스템 구축

- 9월부터 통계청 「가축동향조사」의 소 축종에 대하여 이력제 자료로 대체될 계획임. 본 연구에서 구축된 이력제 자료를 활용한 한우 수급 전망모형을 통해 향후 보다 정확한 관측정보 제공이 가능한 체계를 구축하는데 큰 역할을 할 것으로 기대됨.
- (지속적 모형 개선작업) 현실 반영을 통한 설명력 증대와 전망의 정확도를 고도화하기 위해서는 지속적인 보완 및 개선작업이 매우 중요함.
 - 한우 산업에 영향을 미칠 수 있는 한우 관련 정책 도입에 대한 모형의 분석 적합성과 개선 가능성에 대한 지속적인 검토 및 정책변수의 추가적인 개발과 도입이 필요함.
 - 예를 들어 본 연구에서 반영하지 못했던 「부정청탁 및 금품 등 수수의 금지에 관한 법률」이 한우 수요에 미치는 영향을 추정하여 본 모형을 개선해야 함.
 - 자료 갱신에 따른 행태방정식의 재추정은 모형의 안정성을 유지하기 위해 주기적으로 실시하는 것이 바람직함.

활용한 한우 모형 탄성치 및 탄성치 비교

- 기반 한우 수급모형을 구성하는 주요 행태방정식은 log-log가 아닌 level-level 형태로 추정되어 탄성치 확인이 어려움. 따라서 개별방정식의 탄성치를 <부표1-1>에 요약·정리함.
- level-level 형태의 행태방정식 ‘ $a + \beta_1 X_t + \beta_2 Z_t + \varepsilon_t$ ’을 추정한 설명변수 계수값 β_1 을 이용하여 탄성치를 다음과 같은 방법으로 산출함.
 - 종속변수 Y_t 와 설명변수 X_t 의 표본기간 평균을 이용하여, Y_t 에 대한 X_t 의 탄성치 e 는

$$e_X = \beta_1 \frac{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_t}{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Y_t}$$

와 같이 계산됨.

- 암·수소 도축수요 탄성치 결과를 살펴보면 한우는 사치재에 속하며 다른 육류로 수요 대체효과는 작은 것으로 나타남.
 - 도축수요에 대한 가격탄력성(암소: 1.18, 수소: 1.10)과 소득탄력성(암소: 1.15, 수소: 1.05)이 모두 1보다 커 한우는 사치품으로 분석됨.

- 도축수요에 대한 타 육류의 교차탄력성은 대체재 관계에 있으나 매우 비탄력적인 것으로 분석됨.
- 암·수소 행태방정식을 이질적으로 구성하여 추정한 탄성치는 매우 유사한 값을 나타냄.

부표 1-1. 한우 수급모형 주요변수 탄성치

종속변수	설명변수	탄성치	
		암소	수소
도축두수(공급)	사육두수	0.71	0.45
	도매가격/송아지 산지가격	0.68	0.78
도축두수(수요)	도매가격	-1.18	-1.10
	닭·돼지고기 소비자가격	0.16	0.66
	수입 쇠고기가격	0.20	0.03
	국민 1인당 실질 소득(계절조정)	1.15	1.05
송아지 산지가격	전기 송아지 산지가격	0.76	0.66
	도매가격	0.56	0.57
정액판매량	1분기 전 누적 정액판매량	0.89	
	송아지 산지가격 / 소 배합사료가격	0.07	
출생두수	3분기 전 누적 정액판매량	0.82	
쇠고기	전기 쇠고기 소비자가격	0.78	
소비자가격	암·수소 평균 도매가격	0.38	

- 본 연구로부터 도출된 한우수요 탄성치와 선행연구의 한우 또는 쇠고기수요의 탄성치 결과 비교를 <부표1-1>에 요약·정리함.
 - 기존 연구들은 한우의 독립적 수요함수를 추정하기보다는 주로 쇠고기 수요함수를 추정하였으며 쇠고기의 가격탄력성은 0.52~1.32, 소득탄력성은 0.44~0.94로 나타남.
 - 한우의 탄력성을 추정한 기존 연구에서는 가격탄력성은 0.40~0.86, 소득탄력성은 0.98~1.30으로 나타남. 이형우 외(2016)는 한우를 부위별 탄력성을 추정하였으며 갈비 소득탄력성은 0.09, 등심 소득탄력성은 1.10으로 추정하였음.

- 연구의 가격탄력성(암소: 1.18, 수소: 1.10)은 쇠고기수요에 대한 가격 탄력성 범위 안에 있지만, 한우수요의 가격탄력성 범위 밖에 위치한 것으로 나타남. 반면 소득탄력성(암소:1.15, 수소: 1.05)은 쇠고기 대상 탄력성 범위 밖에 있지만, 한우 대상 탄력성 범위 안에 위치한 것으로 나타남.
- 선행연구와 본 연구의 탄성치가 상이한 이유는 추정기간 및 자료 구축의 기간 단위가 다르기 때문임.

부표 1-2. 한우 수급모형 수요부문 탄성치 비교

	종속변수	탄성치		추정기간	기간 단위	자료
		가격	소득			
박창원 외 (2000)	쇠고기	-1.02	-	1984 ~ 1996년	연도	소매
정경수 (2006)	쇠고기	-0.67	-	1970년 ~ 2004년	연도	소매
ASMO (2007)	쇠고기	-1.32	-	-	연도	소매
FAPRI (2008)	쇠고기	-0.52	0.94	-	연도	소매
정민국 외 (2011)	쇠고기	-1.06	0.44	1981년 ~ 2010년	연도	소매
FTA이행지원 센터(2013)	쇠고기	-1.33	0.51	-	연도	소매
조재성 외 (2014)	한우 암소	-0.86	1.14	2003년 3월 ~ 2013년 11월	분기	도매
	한우 수소	-0.44	0.98	2003년 3월 ~ 2013년 11월	분기	도매
지인배 외 (2015)	한우	-0.40	1.30	2009년 1월 ~ 2014년 12월	월	도매
이형우 외 (2016)	한우 갈비	-0.63	0.09	2010년 7월 ~ 2016년 4월	월	소매
	한우 등심	-0.52	1.10	2010년 7월 ~ 2016년 4월	월	소매
본 연구 (2017)	한우 암소	-1.18	1.15	2003년 3월 ~ 2016년 11월	분기	도매
	한우 수소	-1.10	1.05	2005년 11월 ~ 2016년 11월	분기	도매

- 본 연구로부터 도출된 한우공급 탄성치와 조재성 외(2014)의 탄성치 결과 비교는 <부표1-3>에 정리함.

- 대한 전기 사육두수의 탄성치는 두 연구 결과 간 유사하나, 수익성(=도매가격과 송아지 산지가격의 비율) 탄성치는 큰 차이가 나타남.

부표 1-3. 한우(쇠고기) 공급부문 탄성치 비교

	종속변수	탄성치		추정기간	기간 단위
		전기 사육두수	수익성 ¹		
조재성 외 (2014)	한우 압소	0.53	0.99	2003 3월 ~ 2013년 11월	분기
	한우 수소	0.73	0.08	2003년 3월 ~ 2013년 11월	분기
본 연구 (2017)	한우 압소	0.71	0.68	2003년 3월 ~ 2016년 11월	분기
	한우 수소	0.45	0.78	2005년 9월 ~ 2016년 11월	분기

: 1) 수익성은 압·수소 도매가격/압·수송아지 산지가격의 비로 계산됨.

가임암소 기준 조사⁸

- 사육농가 인터뷰 결과(현장·유선조사)
 - 「소 이력자료를 활용한 축산관측 고도화」 위탁연구 중 한우 사육농가 (320호)를 대상으로 처녀우의 첫 교배 월령을 조사함.
 - 조사농가는 '16년 귀표 자가부착농가를 대상으로 선정(자가부착농가는 송아지 출생 시 귀표를 직접 부착하는 농가로 이력관리시스템에 별도 등록되어 있음)
 - 조사방법은 당초 현장조사를 진행기로 하였으나 '17.2.~3월 소 구제역 발병으로 농가 접근이 어려워 유선조사를 병행함.

부표 2-1. 지역별 유선·현장 인터뷰 현황

지역	계	인천	경기	강원	충남	충북	전남	전북	경북	경남	제주
유선	138	-	3	12	19	10	34	5	33	19	3
현장	182	6	31	14	21	20	20	19	21	20	10
계	320	6	34	26	40	30	54	24	54	39	13

: 축산물품질평가원

- 인터뷰 대상은 사육두수('16년 12.31일 기준) 201~300두 사육농가 92호(28.8%), 301~400두 80호(25.0%), 101~200두 58호(18.1%), 501두 이상 30호(9.4%), 401~500두 27호(8.4%), 51~100두 25호(7.8%), 50두

⁸ 이 내용은 축산물품질평가원에서 작성함.

8호(2.5%)를 선정함.

- 인터뷰 대상 320호 중 무응답 15호(4.7%)를 제외한 305호 응답결과, 처녀우 첫 교배월령은 14개월령이 117호(36.6%), 15개월령 83호(25.9%), 13개월령 37호(11.6%) 순으로 조사됨.

부표 2-2. 처녀우 첫 교배월령 인터뷰 결과지

구분	계	처녀우 첫 교배월령(단위 : 호, %)								
		12	13	14	15	16	17	18	20	무응답
인천	6	-	2	2	-	1	-	-	-	1
경기	34	1	-	9	9	8	2	3	-	2
강원	26	2	5	12	5	1	-	-	-	1
충남	40	3	4	11	13	2	1	3	-	3
충북	30	3	3	19	4	-	-	-	-	1
전남	54	-	7	21	17	3	2	1	-	3
전북	24	-	1	8	7	4	2	-	1	1
경북	54	4	9	16	18	3	2	-	-	2
경남	39	2	6	15	10	2	1	2	1	-
제주	13	-	-	4	-	6	1	1	-	1
계	320	15	37	117	83	30	11	10	2	15
	(%)	4.7	11.6	36.6	25.9	9.4	3.4	3.1	0.6	4.7

: 가임월령 기준이 범위로 조사된 경우 최소값으로 집계함. ex) 14~16개월령

→ 14개월령 집계

자료: 축산물품질평가원

부표 2-3. 사육규모별 처녀우 첫 교배월령

사육규모	처녀우 첫 교배월령(단위 : %)								
	12	13	14	15	16	17	18	20	무응답
50두 이하	-	25.0	12.5	25.0	25.0	-	-	-	12.5
51~100	12.0	8.0	44.0	20.0	4.0	8.0	-	-	4.0
101~200	5.2	3.4	36.2	31.0	12.1	5.2	5.2	-	1.7
201~300	6.5	16.3	39.1	19.6	8.7	4.3	2.2	2.2	1.1
301~400	3.8	11.3	35.0	27.5	7.5	-	3.8	-	11.3
401~500	-	11.1	18.5	48.1	14.8	3.7	-	-	3.7
501두 이상	-	13.3	50.0	16.7	6.7	3.3	6.7	-	3.3
	4.7	11.6	36.6	25.9	9.4	3.4	3.1	0.6	4.7

- 2009 8월 25일 선진문화사에서 출간한 「한우 100문 100답」에 따르면 한우 처녀우의 교배 적령기는 14개월령 내외인 것으로 나타남. 교배 적령기 관련 내용의 일부를 참조·인용하였음.

- 처녀우가 성 성숙에 도달하면 적당한 시기에 교배를 시켜야 하나, 교배 적령기에 도달하기 이전에 교배를 시키면 아래와 같이 불리한 점이 있음.

-
- ① 녀우는 성장발육이 충실치 못하여 분만 후 초유와 비유량이 적어 송아지의 육성률이 떨어지고 폐사율이 높아진다.
 - ② 송아지 분만 시 어미소의 체구가 작아 난산을 일으킬 염려가 있다.
 - ③ 송아지의 생시체중이 대체로 작고 허약하여 송아지의 성장발육이 부진하다.
 - ④ 수태율이 떨어져 수태에 요하는 수정횟수가 2~3회로 늘어난다.
 - ⑤ 자궁의 발달이 불충분하여 수태가 되더라도 임신초기에 배가 사망하기도 하며 유산이나 사산이 되기 쉽다.
 - ⑥ 분만 후 어미 소의 산후 회복이 늦어져 발정재귀가 늦어지고 공태기간이 길어지면 그만큼 분만간격도 길어진다.
-

- 소의 발육은 소의 영양상태, 사육방식 그리고 개체에 따라 차이가 많이 나므로 교배적령은 일률적으로 말하기가 다소 어려운 부분이 있음. 한우 처녀우는 표준사양에서 약 57%가 10~13개월령에서 초발정이 오나 저영양 사양에서는 14%만이 초발정이 오므로 영양 상태에 따라 교배적령도 달라짐.
- 따라서 교배적령은 성 성숙이 어느 정도 완료되고 표준 체중에 가까워진 때가 되어야 하며, 경우에 따라서는 체고도 고려해야할 것임. 체중이 표준체중보다 무거운 상태에서 발정이 왔더라도 월령이 적을 때는 교배를 시키지 않는 것이 바람직하다고 함.
- 한우 처녀우의 교배적령은 1970년대는 18개월령 내외, 1980년대는 16개월령 내외, 1990년대에는 15개월령 내외였으나, 2000년대는 14개월령 내외로 10년 단위로 빨라지는 경향이 있음. 결론적으로 한우 처녀우의 14개월령 표준체중을 250kg 볼 때 한우 처녀우의 교배적령은 14개월 내

체중 250kg 이상으로 보아야 할 것임.

- 2016년 1월 5일 오성출판사에서 출간한 「한우 비육과 번식」에 따르면 한우 처녀우의 적정 교배 시기는 16~20개월령으로 나타남. 교배 적령기 관련 내용의 일부를 참조·인용하였음.
 - 소 번식은 너무 어린 것을 일찍 임신시키는 것은 좋지 않음. 암소의 첫 발정은 생후 8~12개월경에 시작되나, 이는 개체에 따라 차이가 크기 때문에 일괄적으로 단정하기는 매우 곤란함.
 - 조기에 임신·분만을 시켜도 암소나 송아지 모두 건강히 성장되었다는 예가 간혹 있으나 대체로 그렇지 못하고, 그 당시에는 직접 확인되지 않지만 피해가 늦게 나타나는 경우도 있음. 이러한 피해로 인해 경제적으로 이용할 수 있는 암소의 연령이 짧아짐.
 - 이것은 1대에만 영향있는 것이 아니고 자손에게도 미치게 되므로 신중을 기해야 함. 발정이 왔다고 즉각 종부하지 말고 16~20개월령에 체중이 250kg 이상 될 때 종부시키는 것이 이상적임.

수급모형 표본 외 오차율 검정

- 연구에서 구축된 모형의 적합도를 분석하기 위하여 모형 구축에 사용된 표본 내 기간의 추정치와 실측치 간 오차를 검정하는 MAPE, RMSPE, Theil's U값을 이용하였음. 분석 결과 상당히 안정적인 것으로 나타남.(제6장 제1절 '예측력 검증' 참고)
- 본 연구에서는 모형의 표본 내 예측력 검증뿐만 아니라 표본 외 기간의 모형 추정치와 실측치를 비교함.
 - 통계청은 쇠고기 이력제 DB를 기반으로 한 2017년 1분기 사육두수를 4월 27일 공표하였음.
 - 2017년 1분기 모형 추정치와 공표치의 차이를 비교하여 표본 외 오차율을 검정함.
- 암·수송아지 산지가격을 제외한 내생변수의 오차율은 1.1~5.3%로 예측력이 비교적 높은 것으로 평가됨.
 - 암·수소 도매가격과 암·수송아지 산지가격의 실측치는 모형 추정치보다 큰 폭으로 하락하였음. 「부정청탁 및 금품 등 수수의 금지에 관한 법률」 영향으로 한우 외식수요 감소에 의한 가격 하락이 나타났기 때문인 것으로 판단됨.

- 구축에 사용된 표본기간은 2016년 4분기까지로 2016년 9월 28일부터 시행된 「부정청탁 및 금품 등 수수의 금지에 관한 법률」의 영향을 추정하고 모형에 반영할 수 없었음. 일정기간의 자료 축적 후, 수요함수 재추정을 통해 모형 개선작업이 수행되어야 함.
- 반면, 정액판매량, 출생두수, 전체 도축두수, 쇠고기 소비자가격 예측정확도는 각각 96.7%, 98.9%, 98.3%, 98.9%로 나타나, 우수한 표본 외 예측력을 보여주는 것으로 평가됨.

부표 3-1. 표본외 오차율 검토(2017년 1분기)

	실측치	예측치	오차(오차율(%))
정액판매량(straw)	324,623	335,372	10,749 (3.3)
출생두수(두)	212,849	210,429	-2,420 (-1.1)
전체 사육두수(두)	2,733,530	2,729,021	-4,509 (-0.2)
전체 도축두수(두)	188,324	185,043	-3,281 (-1.7)
암소 도매가격(원/kg)	15,096	15,892	796 (5.3)
수소 도매가격(원/kg)	16,490	17,241	751 (4.6)
암송아지 산지가격(원/두)	2,558,000	2,876,000	318,000 (12.4)
수송아지 산지가격(원/두)	3,058,000	3,328,000	270,000 (8.8)
소비자가격(원/kg)	31,600	31,259	-341 (-1.1)

문헌

< 참고문헌 >

- , 장국현. 1998. 금융시계열분석. 경문사
- 농업전망대회 2017. 한국농촌경제연구원
- 박창원, 정경수, 조석진 외. 2000. “축산부문 시장개방의 경제효과.” 『농업경제연구』 41(3): 57-77.
- 서홍석, 김충현. 2016. 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2016 운용·개발 연구』. 한국농촌경제연구원.
- 이종원. 2013. 계량경제학. 박영사.
- 이형우, 한석호, 강대운. 2016. “한우고기와 수입 쇠고기 시장 차별화와 대한 실증분석.” 『농촌경제』 39(3): 01-21
- 정민국, 송우진, 신승열, 김인석, Scott Brown. 2005. 『Quarterly livestock model』. 한국농촌경제연구원.
- 정민국, 허덕, 우병준, 이명기, 김현중, 이형우, 김원태. 2011. 『물가안정을 위한 축산물과 축산식품 유통체계 구축 연구(1/4년차)』. 한국농촌경제연구원
- 조재성, 송우진, 김태우. 2013. 『한육우 단기관측모형 개발 연구』. 한국농촌경제연구원.
- 조재성, 송우진, 이용건, 윤정현. 2014. 『축산관측사업 정밀도 제고 및 정책연계 프로그램 구축 연구』. 한국농촌경제연구원.
- 지인배, 황윤재, 이형우, 한봉희. 2015. 『한우와 돼지고기 수요변화 요인 분석』. 한국농촌경제연구원.
- 한석호, 서홍석, 염정완, 김충현. 2015. 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2015 운용·개발 연구』. 한국농촌경제연구원.
- 허덕, 이형우, 김원태, 김형진, 한봉희. 2013. “일본 방사능 오염수 유출이 육류 시장에 미치는 영향.” 『농정포커스』. 제77호. 한국농촌경제연구원

< 해외 참고문헌 >

- Breusch, T. S. “Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models.” Australian Economic Papers. 17: 334 - 355
- Engle R. F. and Granger C. W. J. 1979. “Co-integrated and Error Correction: Representation, Estimation and testing.” *Econometrica* 55(2): 251-276.

- Engle R. F. and Yoo B. S. 1987. "Forecasting And Testing in Co-integrated Systems." *Journal of Econometrics* 35(1): 143-159.
- Johansen S. 1988. "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors." *Journal of Economics Dynamics and Control* 12(2-3): 231~254.
- Johansen S. 1991. "Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models." *Econometrica* 59(6): 1551-1580.
- Newey W. and West K. D. 1994. "Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation." *Review of Economic Studies* 61(4): 631~653.
- Thurman J. C. and Wright B. D. 1991.

< 출처 및 홈페이지 >

(<http://mafra.go.kr>)

농협축산정보센터(<http://livestock.nonghyup.com>)

축산물품질평가원(<http://ekapepia.com>)

축산이력제(<http://mtrace.go.kr>)

통계청, KOSIS(<http://kosis.kr>)

한국은행(<http://bok.or.kr>)

한국중축개량협회(www.aiak.or.kr)

한국농수산식품유통공사, 수출지원정보(<http://www.kati.net>)

도·소매 유통정보(<http://www.kamis.kr>)

※ 본 보고서에 대한 지적재산권은 한우자조금관리위원회에 있으며,
본 연구결과 및 내용의 일부 또는 전부를 인용하는 경우에는 한우
자조금관리위원회 자료를 인용하였음을 반드시 명기해야 함. 이러한
내용을 명기한 경우에만 사전 승인 없이 무상으로 인용할 수 있음.