2026

해외축산정보

해외 주요국의 쇠고기 등급제 및 등급판정 자동화 기술 동향 분석 (2026. 9.)



축산물품질평가원
Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation

▌목 차▐

[이용에 관하여]

1. 조사개요 ····· 3

1.1. 조사의 배경 ····· 3

2. 주요국의 쇠고기 산업 및 등급제 동향 ····· 6

2.1. 미국 ····· 6

2.1.1. 쇠고기 산업 동향 및 유통구조 ····· 6

2.1.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기 ····· 8

2.1.3. 등급제 운영체계 : 돼지고기·계란 ····· 12

2.2. 오스트레일리아 ····· 17

2.2.1. 쇠고기 산업 동향 ····· 17

2.2.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기 ····· 17

2.3. 일본 ····· 24

2.3.1. 쇠고기 산업 동향 및 유통구조 ····· 24

2.3.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기 ····· 26

2.3.3. 등급제 운영체계 : 돼지고기·계란 ····· 30

2.4. 유럽 ····· 33

2.4.1. 쇠고기 산업 동향 ····· 33

2.4.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기 ····· 34

2.4.3. 등급제 운영체계 : 돼지고기·계란 ····· 38

2.5. 축종별 등급제 비교 ····· 41

3. 소 도체 등급판정 자동화 기술 동향 ····· 43
3.1. 등급판정 자동화 기술의 발전 방향 ····· 43
3.2. 등급판정 자동화 기술 현황 ····· 45
3.2.1. 거치형 영상분석(VIA) 기반 기술 ····· 45
3.2.2. 휴대형·스마트폰 기반 기술 ····· 52

4. 결 론 ····· 57
4.1. 요약 ····· 57
4.2. 시사점 ····· 59

1. 조사개요

1.1. 조사의 배경

□ 조사의 배경

○ 축산물 등급제는 축산물의 품질과 생산수율 등을 객관적인 기준에 따라 평가되는 체계로 축산물 거래가격 형성의 기준이 되고 소비자에게 축산물의 품질정보를 제공함.

○ 축산업의 생산구조와 유통환경, 주요 소비 특성 및 수출시장에서의 위상 등에 따라 등급제 운영 목적과 평가기준에서 국가별 차이가 나타남.

- 미국은 대규모 축산·가공산업을 기반으로 품질과 수율을 구분하여 평가하는 체계를 발전시켜 왔으며, 등급판정 결과가 비육장-패커 간 그리드 가격제(grid pricing)[1]를 통해 실제 도체 대금 정산에 직접 반영됨.
- 오스트레일리아는 수출산업 및 소비자의 식미품질을 중시하는 방향으로 AUS-MEAT 언어(도체속성 계측값)와 MSA(식미품질[2] 예측) 이원 체계를 발전시켜 옴.
- 일본은 고급육 시장을 중심으로 마블링 등 육질 특성을 세분화하여 평가하고 있으며, 육량등급(A~C)과 육질등급(1~5)을 조합한 JMGA「牛枝肉取引規格(소 지육 거래규격)」이 전국 표준 거래기준으로서의 역할을 함.
- EU는 회원국 간 거래의 표준화를 위해 EUROP이라는 공통적인 도체 분류체계를 운영하되, 이는 육형·지방도 등 상업적 가치 평가에 초점을 두는 등급제를 운영 중이며, 식미품질 예측을 포함하지 않음.

○ 등급제도의 목적과 평가기준은 도축장에서 활용되는 판정 및 측정기술의 발전 방향에도 영향을 미침.

- 등급판정에서 요구되는 객관적인 품질·수율 정보를 확보하기 위해 주요국에서는 영상분석(VIA), 센서, X-ray 기반 비파괴 측정, 인공지능 및 로봇 기술 등을 도입하고 있음.
- 다만, 이러한 기술 개발이 곧바로 각국의 공식 등급판정 체계로의 편입으로 이어지는 것은 아니며, 국가별로 기술 개발·도입·제도 편입의 양상에서 뚜렷한 차이가 나타남.

---

1) '그리드 가격제(grid pricing)'는 기준가격에 품질등급별로 프리미엄 및 디스카운트를 가감하는 방식을 말함.

2) '식미품질'은 소비자가 실제로 섭취했을 때 느끼는 맛과 품질을 의미.

○ 해외 축산물 등급제 및 등급판정 기술을 비교하기 위해서는 단순히 국가별 등급 기준이나 개별 기계의 기능을 살펴보기보다는, 각국의 축산업 여건과 등급제 운영 목적, 평가방식 및 이를 뒷받침하는 기술의 관계를 종합적으로 살펴보아야 함.

○ 본 조사는 쇠고기(소) 등급제도를 대상으로 진행하였으며, 이는 주요국의 쇠고기 유통구조에서 등급판정 결과가 실제 거래가격 결정에 직접적이고 광범위하게 반영되는 사례가 공통적으로 확인되었기 때문임.

○ 반면, 돼지·닭·계란은 주요국에서 생산 – 가공 – 유통이 계열화된 구조로 발달하여, 계약 사육·사전 정산 방식이 보편화되면서 공식 등급판정 결과가 실제 거래가격 결정에 미치는 영향력이 상대적으로 제한적인 것으로 판단하여 본 조사 범위에서는 제외함.

  • 미국의 경우, 돼지고기는 2017년 연방관보(Fedral Register)에 “현재 돼지 지육·부분육에 대해 운영되는 자발적 USDA 등급판정 프로그램”이 없다“고 명시되어 있어, 법령·기준(7CFR Part 54)은 존재하되 실제 등급판정 서비스는 사실상 운영되지 않는 것으로 확인되는 등, 소와 뚜렷하게 대비됨.

□ 조사의 목적

○ 본 조사는 미국, 오스트레일리아, 일본 및 유럽 주요국을 대상으로 각국의 쇠고기 산업 구조와 유통환경에 따른 쇠고기 등급제도의 운영 목적과 평가기준을 파악하고, 등급판정 및 도축 · 가공 과정에서 활용되는 기계 · 자동화 기술의 현황을 조사하는 것을 목적으로 함.

○ 이를 통해 국가별 쇠고기 산업 여건과 등급제도의 특성이 등급판정 및 자동화 기술의 도입 · 활용방식에 어떠한 영향을 미치는지 비교하고, 국내 쇠고기 등급제 및 도축 · 가공 분야에 대한 시사점을 도출하고자 함.

□ 조사의 범위

○ 본 조사는 축산업 규모 및 등급제도의 특징, 자동화 기술의 활용 수준 등을 고려하여 미국, 오스트레일리아, 일본 및 유럽연합을 주요 조사 대상으로 선정함.

  • 유럽연합은 EU 공통 등급체계를 중심으로 살펴보되, 자동화 기술의 실제 적용 사례가 확인되는 독일, 프랑스 및 덴마크 등을 주요 사례로 조사를 진행함.

○ 등급판정 대상 단계는 생축(살아있는 소) 단계가 아닌 도축이후 지육단계를 중심으로 조사함.

- 이에 따라 사양·사육 단계의 생체 계측 기술은 조사 범위에서 제외하고, 도축 직후 도체·반도체 단위에서 이루어지는 등급판정 및 관련 자동화 기술을 중심으로 다룸.

○ 돼지고기·계란 조사는 미국, 일본, EU 3개국(권역)을 대상으로 하며, 오스트레일리아는 조사 대상에서 제외함.

○ 오스트레일리아는 돼지고기의 경우 AUS-MEAT의 P2 지방두께 계측값을 기준으로 도체중과 함께 생산자 대금이 정산되나, 이는 미국 N0.1~4, 일본 極上~等外(최상~최하), EU EUROP처럼 별도의 등급명·단계 구분이 존재하는 방식이 아니라 계측값 자체가 거래지표로 쓰이는 방식이어서 등급제 비교 대상에서 제외함.

- 계란의 경우, FSANZ Standard 4.2.5가 식품안전·중량 규격 위주로 운영되어 품질을 등급(Class)으로 구분하는 체계 자체가 부재하여 제외함.
- 오스트레일리아 소(AUS-MEAT/MSA)역시 법적 강제력이 없는 업계 자율 체계이나, 등급단계와 실질 활용도를 갖추고 있어 조사대상에 포함하였음.
- 즉, 조사 대상 포함여부는 법령 유무가 아닌, 등급 단계의 존재 여부와 실제 활용도를 기준으로 판단함.

2. 주요국의 쇠고기 산업 및 등급제 동향

2.1. 미국

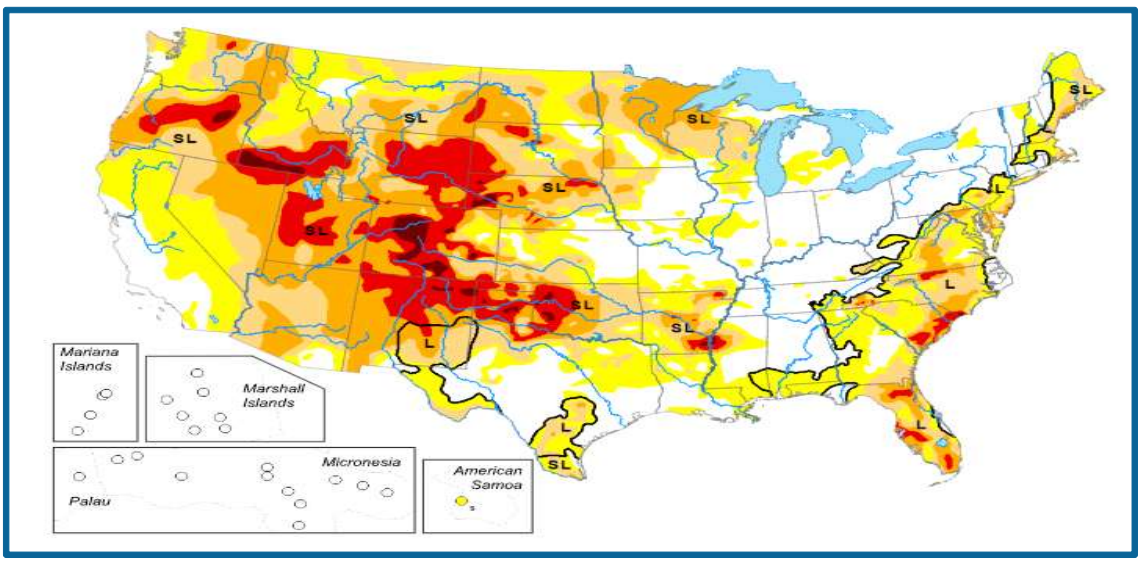
2.1.1. 쇠고기 산업 동향 및 유통구조

□ 쇠고기 산업 동향

○ 미국은 세계 최대 규모의 쇠고기 생산국이자 소비국으로, 사육두수 기준으로도 세계 상위권에 속하였으나, 2026년 초 소·송아지 사육두수가 약 8,620만 두로 75년만에 최저 수준을 기록함.[3)]

- 2026년 1월 기준, 번식우는 약 2,760만 마리로 전년 대비 1% 감소했고 송아지 생산량은 약 3,290만 마리로 2% 감소했으며, 비쇠고기는 약 1,380만 마리로 전년대비 3% 감소함.
- 주요 목축지대인 텍사스·오클라호마·캔자스 등에서의 장기 가뭄과 축산업의 높은 생산 비용, 낮은 수익률로 인한 결과임.

[그림 1] 미국 : 가뭄 모니터링 (U.S. Drought Monitor)



자료: https://droughtmonitor.unl.edu/CurrentMap/StateDroughtMonitor.aspx

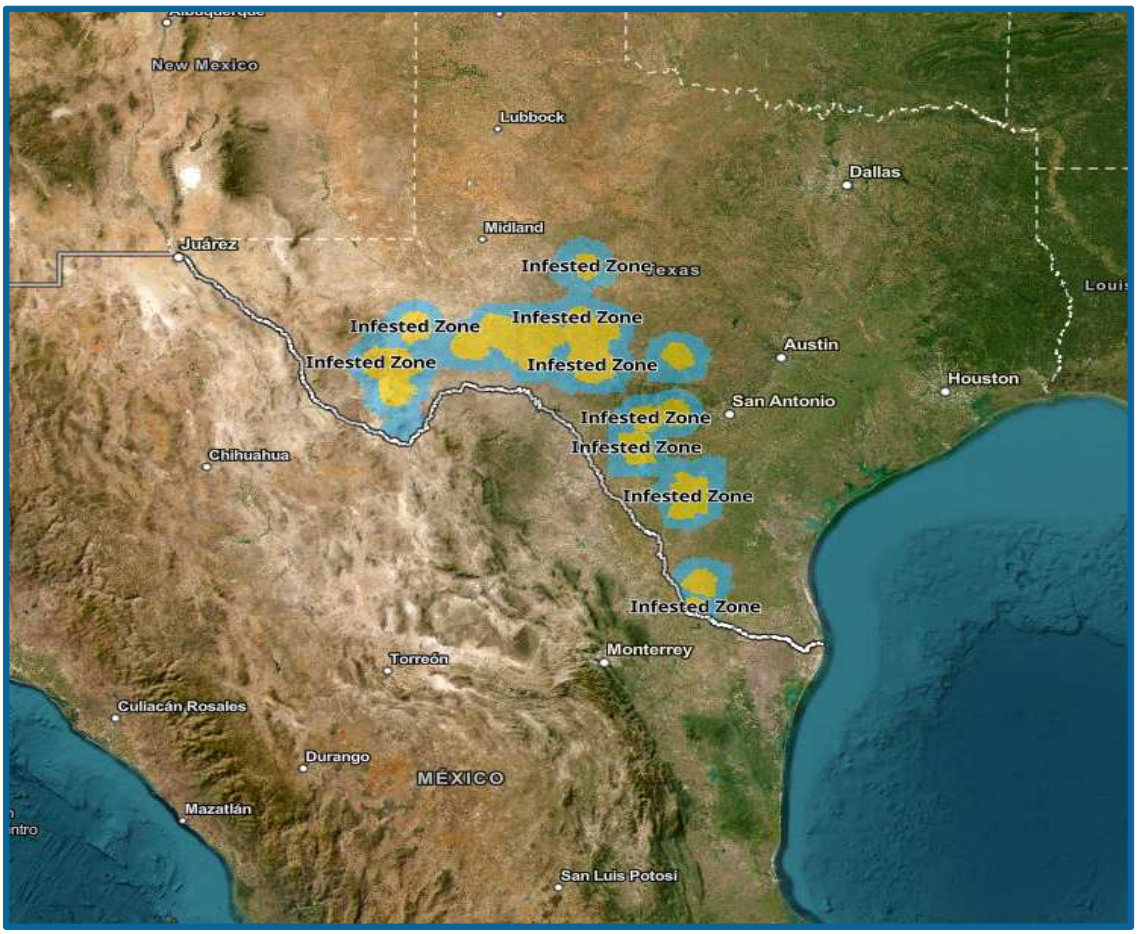
3) USDA NASs, "United States Cattle Inventory Down Slightly" https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2026/01-30-2026.php

○ 2025년 5월 등장한 신세계 나사벌레(New World Screwworm)[4] 북상을 이유로 멕시코산 소·말·아메리카들소(Baison) 수입을 전면 중단하였으며, 이는 2026년 8월까지 1년 이상 지속되고 있음.[5]

- 2025년 5월~2026년 8월 간 텍사스를 중심으로 미국 내에서도 42건의 감염사례가 확인되었음.
- 2026년 8월 이후 애리조나 더글라스 항을 시작으로 월 최대 8만 두 규모의 단계적 수입 재개를 추진 중이나, 그간의 공급 공백을 메꾸기에는 역부족인 상황임.[6]

○ 미국 소 사육두수의 회복에는 장기적인 시간이 필요할 것으로 보임.

[그림 2] 미국 : 텍사스 나사벌레(NSW: New World Screwworm) 발생 지역



자료: Texas Animal Health Commission(TAHC), “New World Screwworms“
https://www.tahc.texas.gov/emergency/nws.html

4) 신세계 나사벌레(New World Screwworm)는 살아있는 동물의 상처 조직을 파먹으며 성장하는 기생성 파리 유충으로, 가축 폐사율이 높아 미국이 발생국가산 가축 수입을 통제하는 주요 검역 대상 해충임.
5) USDA (https://www.usda.gov/about-usda/news/press-releases/2025/05/11/secretary-rollins-suspends-live-animal-imports-through-ports-entry-along-southern-border-effective)
6) Screwworm.gov(USDA), https://www.aphis.usda.gov/animals/animal-health/livestock-and-poultry-disease/current-status

□ 유통구조

○ 미국 쇠고기 산업의 생산구조는 '농가 - 육성 - 비육장 - 도축·가공'으로 이어지는 체계로 대형 육류가공업체가 도축 전·후방에 강한 영향력을 행사하며 발전해 왔음.[7)]

○ 도축가공 부문은 상위 4개의 육류가공업체(Tyson · JBS USA · Cargill · National Beef)에 집중된 과점적 구조를 보임.[8)]

- 4대 대형 패커의 집중도(CR4)는 1985년 50%, 1990년 72%, 1995년 80%로 급증하였으며, 2000년대 이후 80% 수준을 상회하고 있음.
- 대형 육류 가공업체들은 사육장을 직접 소유하고 있지는 않지만, 사육업체와의 공급 계약에 크게 의존하고 있는 상황임.

○ 유통은 부분육 상자육(boxed-beef) 중심으로 이루어지며, 등급판정 결과는 실제 도체 대금 정산에도 직접 반영됨.

- 비육장-패커 간 '그리드 가격제(grid pricing)'는 기준가격에 품질등급별로 프리미엄 및 디스카운트를 가감하는 방식임.
- Prime 등급은 Choice 등급 대비 약 15~16달러/cwt 프리미엄을, Selected · Standrad 등급은 각각 약 19~22달러32~40달러/cwt의 디스카운트를 받음.[9)]
- 소매시장에서는 Choice·Select가 유통량 대부분을 차지하며, 2024년 말 기준 Prime 11.3%, Choice 72.3%, Select 14.0%, 기타 2.4%로 나타남.

2.1.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기

□ 등급제 운영체계 : 쇠고기

○ 미국의 쇠고기 등급제는 농무부(USDA) 산하 AMS(Agricultural Marketing Service)가 운영하고 있으며, 「Agriciltural Marketing Act of 1946」를 근거로 시행되고 있음.[10)]

○ 미국의 등급제는 정부가 모든 축산물에 대해 의무적으로 실시하는 방식이 아니라 생산자 또는 가공업체가 비용을 부담하여 등급판정을 신청하는 자율등급제(vountary grading system)로 운영됨.

---

7) USDA ERS/AMS, https://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef)
8) USDA AMS, (https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/MeatMerchandisingInterimReport.pdf)
9) USDA AMS, Livestock, Poultry and Grain Market News, "National Weekly Direct Slaughter Cattle(https://www.ams.usda.gov/mnreports/lm_ct155.txt)
10) USDA AMS (https://www.ams.usda.gov/grades-standards/beef)

- 쇠고기 등급은 육질등급과 육량등급으로 구분됨. 육질등급은 근내지방도와 성숙도를 기준으로 Prime, Choice, Select, Standrad 등으로 평가되며 육량등급은 정육 생산 가능 비율을 기준으로 Yield Grade 1~5등급으로 평가됨.
- 쇠고기뿐만 아니라 돼지고기, 양고기, 가금육, 계란에 대해서도 USDA 등급기준이 존재하지만, 실제 시장에서는 쇠고기 등급제가 가장 활발하게 활용되고 있음.

[표 1] 미국 : 육질등급 평가항목

평가항목	세부내용
근내지방도(마블링)	등심 내 지방 분포 정도
성숙도	소의 생리적 나이(뼈·연골 상태로 판단)
육색	살코기 색깔
조직감	살코기의 결·부드러움 정도
지방색·질감	지방의 색과 단단한 정도(보조 판단 요소)

자료: USDA AMS, “Carcass Beef Grades and Standards“
https://www.ams.usda.gov/grades-standards/carcass-beef-grades-and-standards

[표 2] 미국: 육량등급 평가항목

평가항목	세부내용
등심단면적	등심 단면의 넓이
등지방두께	등 표면 지방층 두께
도체중	도축 직후 도체 무게
신장주위지방	도체 내부(콩팥 주변) 지방 비율

자료: USDA AMS, “Carcass Beef Grades and Standards“
https://www.ams.usda.gov/grades-standards/carcass-beef-grades-and-standards

[그림 3] 미국 : 쇠고기 등급표시 마크

USDA PRIME	USDA CHOICE	USDA SELECT
		

자료: USDA AMS_https://www.ams.usda.gov/grades-standards/beef/shields-and-marbling-pictures

※ [참고] 미국의 원격 등급판정 프로그램(Remote Grading Program for Beef)[11]

- 소규모 도축·가공처리업체의 등급판정 접근성 제고를 위해 촬영 기술 기반 원격 판정 방식을 도입함.
- 1990년 이후 미국 내 사쇠고기의 90% 이상이 공식 등급판정을 받고 있으나, 이는 주로 대형 패커업체만 이용하고 있어 소규모 독립 패커의 접근성이 낮은 상황이었음.
- 이에 USDA AMS는 휴대폰 카메라로 도체를 촬영해 원격 등급판정관에게 전송하고, 판정관이 이미지를 바탕으로 공식 품질등급(Prime·Choice 등)을 부여하는 RGP를 개발함.
- 이 프로그램은 등급판정관의 이동비용을 없애 소규모 업체의 서비스 비용 부담을 크게 줄이는 효과가 있음.
- 등급판정관이 상주해야했던 기존 등급판정 방식과 달리 RGP는 한 번에 5~50마리 수준의 소량만 등급판정이 필요한 업체도 저비용으로 이용할 수 있도록 함.
- 촬영된 이미지는 판정관이 패커 업체에 직접 있을 때 확인하는 것과 동일한 장면을 담아, 대면판정과 동등한 수준의 판정 정확성을 유지함.
- 2023년 초기 테스트를 거쳐 2024년 시범 단계를 운영한 뒤 정식 서비스로 제도화됨.

□ 등급제의 변화

○ 유전·사양기술의 발전으로 근내지방도(마블링)수준이 향상되었고 이로인해 기존 등급구간의 변별력이 저하되는 결과가 나타남.

- 최근 육종 및 사양기술의 발전으로 소의 근내지방(마블링) 형성 수준이 전반적으로 높아지면서, 최상위 품질 등급인 Prime 비중이 2017년 6.2%에서 2025년 12.2%로 약 10년 사이 두 배 가까이 증가하였음.[12]
- 그러나 현행 Prime 등급 체계에서는 Slightly Abundant부터 Very Abundant까지 단 4단계의 근내지방도(마블링) 구간으로만 구분되어 있어, 이 범위를 넘어서는 도체가 늘어나도 이를 세분화해 평가할 방법이 없음.[13]
- 일반적인 Prime 등급 쇠고기와 와규 등 고급 유전자원 기반 제품이 동일한 등급으로 묶여 유통되는 상황이 발생함.

11) USDA AMS(https://www.ams.usda.gov/services/remote-beef-grading)
12) Federal Register(연방관보), "United States Standards for Grades of Carcass Beef"(2026.7.8. 공고) https://www.federalregister.gov/documents/2026/07/08/2026-13761/united-states-standards-for-grades-of-carcass-beef
13) Western Livestock Journal, "USDA reviews beef grades, rescinds Biden-era rules" https://www.wlj.net/usda-reviews-beef-grades-rescinds-biden-era-rules/

○ 성숙도 판정 방식이 실제 식미 품질과 불일치하는 사례가 확인됨.

- 사양방식이나 품종 등의 요인에 따라 실제 월령이 30개월 미만임에도 생리적 성숙도가 B군 이상으로 판정되는 사례가 나타남.
- Colorado State University의 연구에 따르면, 치아감별상 30개월 미만으로 확인된 도체는 실제 식미 품질(맛·연도 등) 측면에서 생리적 성숙도 A군 도체와 유사한 수준인 것으로 분석됨.
- 이렇듯 생리적 성숙도가 높게 판정된 도체는 Prime·Choice·Select 등 상위 품질등급 대상에서 자동으로 제외되어, 실제 식미와는 무관하게 낮은 등급과 가격을 받게 되는 불이익이 발생함.

○ 이에 따라 USDA AMS는 2026년 7월 등급표준 개정을 위한 공식 의견수렴 절차에 착수함.

- 미국 와규협회(American Wagyu Assosiation)가 청원을 제기로 시작되었으며, 이를 계기로 USDA AMS(농산물유통청)는 2026년 7월 도체 등급표준 개정을 위한 공식 의견수렴 공고를 게재함.
- 핵심 검토안으로 ①Prime 등급 내 새로운 근내지방도(마블링) 등급을 신설해 근내지방도가 높은 제품을 일반 Prime과 차별화하는 방안과 ②치아 감별상 30개월 미만으로 확인된 도체의 골격성숙도 요건 자체를 면제하는 방안을 제시함.

□ 등급판정 기술 현황[14)]

○ 세계에서 가장 먼저 소 도체 영상분석 기술을 상용화한 국가 중 하나로, 과거에는 등급 판정사가 직접 측정하였으나, 현재는 카메라 기반 영상 분석 시스템이 널리 활용되고 있음.

○ 미국의 쇠고기 등급판정 기술은 등심 단면의 영상을 기반으로 마블링과 등심단면적을 자동 측정하는 방향으로 발전하고 있음.

- 현재 출하 소의 상당수가 카메라 기반 등급판정을 받고 있으며, 최근에는 VBG2000, MEQ Camera V2 등 신규 비전 기반 장비를 공식 승인하였음.[15)]
- 최근에는 AI, 3D 영상, 레이저 위치 보정 및 스마트폰 카메라를 결합하여 등급판정의 객관성·신속성·휴대성을 강화하고 있음.

○ USDA AMS는 2025년 8월, 신규 비전 등급판정 장비 3종을 공식 승인하며, 미국의 공식 승인 등급판정 계측장비는 총 5종으로 확대되었음.

---

14) USDA AMS, "USDA Announces Approved Instruments for Beef Grading" https://www.ams.usda.gov/content/usda-announces-approved-instruments-beef-grading

15) https://www.ams.usda.gov/content/usda-announces-approved-instruments-beef-grading

2.1.3. 등급제 운영체계 : 돼지고기·계란

□ 등급제 운영체계 : 돼지고기[16)]

○ 미국의 돼지고기 등급제는 「Agricultural Marketing Act of 1946」(60 Stat. 1087; 7 U.S.C. 1621-1627)에 근거해 농무부(USDA) 산하 AMS가 공표하였으나, 1985년 1월 발표한 개정안 이후 별도의 개정은 이루어지지 않은 것으로 파악됨.

- 1931년 최초의 등급 기준이 제정된 이후, 1949년 객관적 계측 방식이 최초로 도입되었고, 1952년·1955년·1968년 개정을 거쳐 1985년 현행 기준으로 정착함.
- 1985년 돼지고기 등급제 개정은 1980년 등급조사 결과 전체 돼지 지육의 70% 이상이 U.S.No.1 등급에 몰려 있어 등급 간 변별력이 낮다는 문제의식을 바탕으로 이루어졌음.

○ 등급판정은 두 단계로 구성되는데, ①품질(적격/부적격) 판정, ②적격 판정된 지육을 4개 정육부위(뒷다리살·등심·목살·앞다리살 또는 전지)의 예상수율에 따라 U.S.No.1~4를 부여함.

- 품질은 등심(10번 늑골 기준) 절단면의 결착도·근내지방량(마블링량)·육색으로 판단함.
- 지방·살코기가 무르거나 기름진 경우, 또는 베이컨 생산에 적합한 최소 삼겹 두께(0.6인치)에 못 미치는 경우 품질 부적격으로 분류되어 다른 항목 점수와 무관하게 U.S.Utility 등급이 부여됨.
- 적격 판정된 지육은 등지방 두께와 근육정도를 예상수율 공식에 대입해 등급[17)]을 산출함.

[표 3] 미국 : 돼지고기 품질(적격/부적격) 판단 기준

구분	내용
등심절단면의 결착도	약간 단단함(slightly firm) 이상
근내지방(마블링)	약간의 마블링(slight amont) 이상
육색	회분홍색(grayish pink) ~ 중간정도 진한 적색(moderately dark red)
지방의 결착도	약간 단단함(slightly firm) 이상/ 무르거나 기름진 경우 부적격
삼겹 두께	최소 0.6인치 이상(어느 지점이든)/ 베이컨 생산에 적합한 두께 확보

자료: USDA AMS, “United States Standards for Grades of Pork Carcasses“

16) USDA AMS Livestock and Seed Division, "United States Standards for Grades of Pork Carcasses"
17) 등급 = (4.0 × 등지방두께[인치]) − (1.0 × 근육점수[$thin = 1, average = 2, thick = 3$])

[표 4] 미국 : 돼지고기(거세돈·미경산돈) 등급별 예상수율

등급	4개 정육부위(뒷다리·등심·전지·목살) 예상수율
U.S.No.1	60.4% 이상
U.S.No.2	57.4% ~ 60.3%
U.S.No.3	54.4% ~ 57.3%
U.S.No.4	54.4% 미만

자료: USDA AMS, “United States Standards for Grades of Pork Carcasses “

□ 등급제 운영체계 : 계란

○ 미국의 계란 등급제는 USDA AMS Poultrt Programs가 「Agricultural Marketing Act of 1946」에 근거해 운영하는 자발적(유료) 등급판정 프로그램으로, 7 CFR Part 56(Voluntary Grading of Shell Eggs)에 근거해 운영 중임.[18)]

- 위생검사는 이와 별도로 「Egg Products Inspection Act」에 근거한 7CFR Part57이 관할함.

○ 판정은 계란 1개 단위의 개별품질(Individual Quality)과 카톤·케이스 단위의 소비자등급(Consumer Grade) 2단계 구조로 이루어짐.[19)]

- 개별품질은 캔들링(candling)을 통해 낱개 계란의 난각 상태, 기실 깊이, 난백의 투명도·점도(Haugh unit), 난황 결함 여부를 기준으로 AAA·A·B 3단계로 판정함.
- 소비자등급(U.S.Grade AAA·A·B)은 이 개별품질 판정 결과를 바탕으로, 카톤·케이스 전체에서 각 개별품질이 차지하는 비율에 따라 부여됨.
- 즉, 소비자가 마트에서 보는 ‘USDA Grade AA’ 표시는 카톤 안의 계란 전량이 개별품질 AA라는 뜻이 아니라, 87% 이상이 AA 기준을 충족하는 묶음이라는 의미임.

○ USDA Grade 마크가 없는 카톤 포장 계란은 USDA의 시설·위생·표시 요건(7 CFR Part 56)이나 등급판정·인증 절차를 거칠 의무가 없으며, AA·A등급 기준을 충족할 필요도 없음.[20)]

- 다만, 미국 내에서 유통되는 모든 계란 제품은 등급판정 여부와 무관하게 최소한 U.S.Grade B 기준(개별품질 B 이상 90% 이상)은 충족해야 함.

---

18) eCFR, "7 CFR Part 56 – Voluntary Grading of Shell Eggs"
https://www.ecfr.gov/current/title-7/subtitle-B/chapter-I/subchapter-C/part-56
19) USDA AMS Poultry Programs, "United States Standards, Grades, and Weight Classes for Shell Eggs"
20) USDA AMS, "Questions and Answers – USDA Shell Egg Grading Service"
https://www.ams.usda.gov/publications/qa-shell-eggs

[표 5] 미국 : 계란 소비자등급(AAA·A·B) 구성 기준

등급	최소 해당 등급 비율	하위품질 혼재 허용범위	균열란 허용	누출·오염·손실란 허용
U.S. Grade AA	AA등급 87% 이상	13% 이내 (A 또는 B 혼재 가능)	5%(점보 7%) 이내	0.5% 이내 (손실란은 0.3% 이내)
U.S. Grade A	A등급 이상 87%이상	13% 이내 (B품질만 혼재 가능)	5%(점보 7%) 이내	0.5% 이내 (손실란은 0.3% 이내)
U.S. Grade B	B등급 이상 90% 이상	-	10% 이내	0.5% 이내 (손실란은 0.3% 이내)

주: 단, 기실 3/8인치 초과・혈반・중대 난황 결함으로 인한 B등급은 1% 제한

자료: USDA AMS Poultry Programs, "United States Standards, Grades, and Weight Classes for Shell Eggs"

[표 6] 미국 : 계란 개별품질(AA·A·B)판정 기준

품질 요소	AA등급	A등급	B등급
난각	깨끗함·손상없음·정상형태	깨끗함·손상없음·정상형태	약간의 얼룩 허용·손상없음·비정상 형태 가능
기실 깊이	1/8인치 이하	3/16인치 이하	3/16인치 초과
난백	투명하고 단단함 (Haugh unit 72이상)	투명하고 비교적 단단함 (Haugh unit 60~72미만)	묽고 수분기 많음(Haugh unit 60미만)
난황	윤곽이 거의 안 보임, 결함 거의 없음	윤곽이 어느정도 보임, 결함 거의 없음	윤곽이 뚜렷이 보임, 확대·납작해짐, 배아발달 가능(혈액 제외)

자료: USDA AMS Poultry Programs, "United States Standards, Grades, and Weight Classes for Shell Eggs "

[그림 4] 미국 : 계란 등급표시 마크

USDA AA	USDA A
	

자료: USDA AMS_https://www.ams.usda.gov/grades-standards/beef/shields-and-marbling-pictures

※ **[참고] 브라질 쇠고기 도체 등급 제도[21]**

- 브라질은 성별 · 성숙도(치령) · 체형 · 중량 · 지방피복 등 상대적으로 기초적인 물리적 특성을 기준으로 도체를 구분하는 국가 단위 도체 분류체계 운영
- 1989년 문자 등급 체계(BRASIL) 도입 이후 2004년 개별 항목 기술 방식으로 전환되었고, 2016년경부터 업계 주도로 IN9/2004 개정 논의가 시작되었고, 이는 2022년 새로운 지침(CLASSIBOV) 제정이 논의되고 있으나 현재까지 정식 공포에는 이르지 못한 상태[22]
- 국가 등급 체계(IN9/2004) 성별 · 성숙도 · 중량 · 지방도 등 물리적 항목에 국한되어 마블링 등 육질 예측 지표를 포함하지 않는 구조적 한계 존재
- 소비 트랜드 변화로 소비자의 품질 요구가 고도화되면서 이러한 한계를 메우기 위해 2000년대 이후 품종 인증형 등급제(Carne Angus Certificada[23], Carne Wagyu Certificada[24])와 2017년 이후 종합 품질평가형 등급제(Brazil Beef Quslity) 등으로 민간 등급 · 인증 체계가 형성된 것으로 파악. 엄밀한 의미의 등급제에 해당하는 것은 BBQ가 유일한 것으로 보임.

[표 7] 브라질 쇠고기 도체 등급 제도의 연혁

연혁	주요 내용
문자 등급 체계(BRASIL)도입 (1989)	• 농업부 고시 (PORTARIA Nº 612호(1989.10.5.) 규정을 통해 브라질 소 도체 유형화 국가 시스템 제정 • 성별, 성숙도(영구절치 개수), 체형, 지방피복을 조합해 B·R·A·S·I·L 6개 등급으로 구분
개별 항목 기술 방식으로 전환 (2004)	• Instrução Normativa 9호(2004.5.4.)를 통해 성별, 성숙도, 중량, 지방도(1~5단계)를 기준으로 하는 신규 분류 체계 도입 • EU 수출 쿼터(Cota Hilton) 대응 과정에서 기존 B·R·A·S·I·L 문자 서열화가 공식적으로 폐지되었으며, 이후 최종 등급은 개별 도축장 자율에 맡겨짐.
재편 논의 및 CLASSSIBOV 제안 (2016~)	• 업계(CNA·ABIEC)를 중심으로 IN9/2004를 대체할 신규 지침(CLASSBOV) 마련 논의 착수 • 2022년 7월, 육질 인증 씰(Selo Oficial de Qualidade de Carcaça Bovina e Bubalina) 신설을 포함한 개정안 최종본 마련, 축산부문 협의체(Câmara Setorial de Carne Bovina) 제출 • 2025년 3월 기준, 해당 제안은 검토 상태

21) PORTARIA Nº 612, DE 05 DE OUTUBRO DE 1989. Aprova o Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento(MAPA).
22) CNA Brasil, "Padronização para rotulagem de carne bovina depende da classificação das carcaças", 2016.10.10
23) ABA(Associação Brasileira de Angus), https://angus.org.br/
24) ABCBRW(Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos das Raças Wagyu), https://www.wagyu.org.br/

[표 8] 브라질 : 민간기업 'Brazil Beef Quality'의 쇠고기 등급

구분	내용
Brazil Beef Quality	• 객관적인 기준에 따라 도축된 소와 고기를 분류하고, 우수한 품질의 고기를 식별할 수 있는 등급인증 체계 • 일상적으로 섭취하기에 적합한 품질 좋은 고기 • 도축된 소의 평가 점수가 46~64점 사이일 때 부여
Premium	• 육질이 매우 좋고, 육즙이 풍부하며, 높은 평가를 받은 고기 • 도축 후 65~77점 사이의 점수를 받았을 때 부여
Supreme	• 최고급 품질의 육류 • 도축 후 78점 이상의 점수를 받았을 때 부여

자료: 브라질 민간기업 Brazil Beef Quality의 쇠고기 등급평가 기준
https://www.brazilbeefquality.com/en/certifying-meat/

2.2. 오스트레일리아

2.2.1. 쇠고기 산업 동향

□ 쇠고기 산업 동향

○ 오스트레일리아는 남반구에 위치하며 넓은 국토, 농경지를 활용하는 대규모 식량작물 생산과 초지를 활용하는 방목형 축산업이 발달하였음.[25)]

- 지역적 특징으로는 남부(NSW·SA·Victoria)는 2023년 이후 사상 최악 수준의 가뭄으로 사육두수가 위축된 반면, 북부는 2026년 1월말 이후 지속된 강수로 사육기반이 확대되는 등 남북이 정반대의 계절적 여건을 보이고 있음.

○ 2024년 기준, 세계 소 사육두수의 약 1.9%만을 보유하면서도 브라질에 이어 세계 2위 쇠고기·쇠고기 수출국으로서의 위상을 지님(사육 규모 대비 수출 비중이 높은 수출지향형 구조).[26)]

○ 오스트레일리아의 수출 비중은 미국의 쇠고기 사육두수가 75년만에 급감함에 따라 향후 증가할 것으로 보임.

- 오스트레일리아로서는 사육두수가 8,620만두로 75년 만에 최저 수준을 기록하고 있는 미국의 현 상황이 쇠고기 수출시장에서 영향력을 높일 기회가 될 것으로 예상됨.

2.2.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기

□ 등급제 운영체계 : 쇠고기

○ AUS-MEAT와 MSA는 축산업계가 자율적으로 소유·운영하는 인증체계임.

- AUS-MEAT는 도체의 육색·지방색·근내지방 등을 평가하는 표준화된 평가언어를 제공하며, MSA는 이 평가값을 입력요소로 활용해 소비자의 식미품질을 예측하는 등급체계임.

25) USDA FAS, 「Livestock and Poultry: World Markets and Trade」(2025.12.9)
26) USDA FAS, 「Livestock and Poultry: World Markets and Trade」(2025.12.9)

○ 두 체계는 법적 강제력 없이 운영됨에도 불구하고, 2019~2020년 기준 전국 성우 도축의 46%(소 380만 두), 전국 양 도축의 22%(양 430만 두)가 MSA 등급판정을 받는 등 실질적으로 오스트레일리아 축산업계의 표준등급 기준으로 자리잡고 있음.[27)]

□ AUS-MEAT 등급제 도입 배경

○ MSA 도입 이전, 오스트레일리아의 쇠고기 등급판정은 AUS-MEAT의 표준화된 도체 계측분류 체계를 중심으로 이루어졌으며, 이는 상업적 거래시 중요시되는 도체의 상업적 속성을 기술해 거래를 원활히 하는 데 목적을 둔 전통적 등급제였음.[28)]

○ AUS-MEAT는 오스트레일리아육류산업언어·표준위원회를 통해 인가기준을 개발·유지·검토하며, 이 기준은 오스트레일리아 산업 전체의 판매·유통 이해관계를 보호하기 위해 설계됨.[29)]

- 생산자(농장)부터 육가공업체, 발골작업장, 도매업체, 외식업체까지 산업 전 구간에서 활용되며, 거래 당사자가 육류 제품을 정확하게 특정·주문할 수 있도록 하는 것이 핵심 목적임.

○ AUS-MEAT 등급은 도체에 대한 평가는 육색, 지방색, 근내지방, 늑골지방, 등심단면적, 성숙도에 의해 결정됨.

□ AUS-MEAT 언어의 역할 및 특징

○ AUS-MEAT 언어는 지육이 물리적으로 어떤 상태인지를 업계가 공통으로 이해할 수 있는 용어 및 수치를 객관적으로 기술하는 데 목적을 둠.

- 판정을 통해 얻은 마블링양, 색상, 두께, 단면적 등은 그 자체로 등급명이 아니라 개별 계측값이며, 지육 전체에 대해 한 세트의 계측값만 부여됨.

○ 국내외 거래처가 육류 제품을 정확히 기술·주문할 수 있도록 하는 공통 언어로서, 지육의 물리적 특성 자체를 표준화하는 역할을 함.

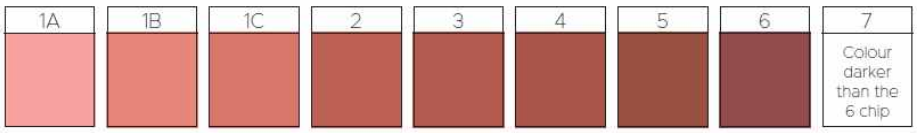
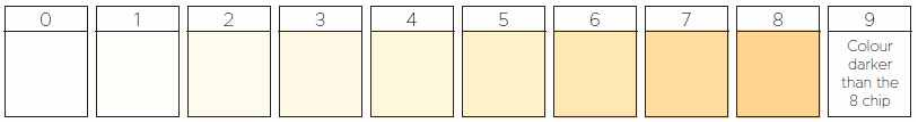
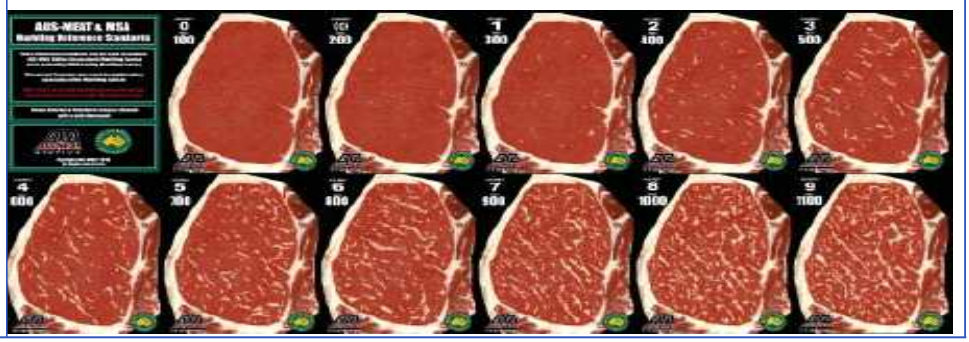
○ 이후 MSA가 소비자 식미품질을 예측하기 위한 입력값으로 활용하는 원재료 역할을 수행하며, AUS-MEAT 없이는 MSA 등급판정이 성립할 수 없는 구조적 전제가 됨.

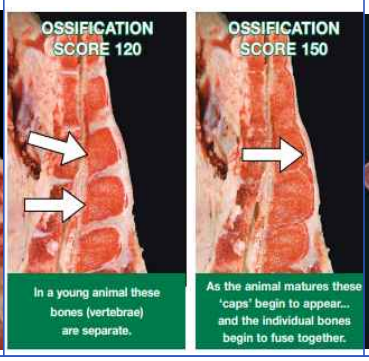
- 또한, AUS-MEAT 표준지육 규정을 통해 OTH(Over the Hooks) 거래의 기준 트림을 규정함으로써, 등급판정뿐만 아니라 도축장 간 거래 자체의 신뢰성과 표준화를 뒷받침하는 산업 인프라로서의 역할도 함께 수행함.

---

27) https://www.mla.com.au/news-and-events/industry-news/record-breaking-year-for-msa-program
28) AUS-MEAT(https://www.ausmeat.com.au/about-us/history/)
29) AUS-MEAT, (https://www.ausmeat.com.au/WebDocuments/Producer_HAP_Beef_Small.pdf)

[표 9] 오스트레일리아 : AUS-MEAT 등급평가 항목

<table>
<tr><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>육색</td><td>• 1A~7(1A: 밝은 선홍색~7: 6번보다 짙은 색) 8단계 색상표와 대조하여 판정

</td></tr>
<tr><td>지방색</td><td>• 0~9(0:흰색~9: 8번보다 짙은색) 10단계 색상표와 대조하여 판정

</td></tr>
<tr><td>근내
지방도</td><td>• 표준 사진기준표와 대조하여 판정(AUS-MEAT·MSA 공통 기준으로 활용)
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>늑골지방</th><th>도체 성숙도</th><th>등심단면적</th></tr>
<tr><td>• 계측기(캘리퍼)로 지정 부위의 지방두께를 mm단위로 실측</td><td>• 척추 극돌기 등의 골화(ossification) 정도를 점수화하여 판정</td><td>• 절단면(늑골 부위의)등심 단면 형태를 육안 또는 격자로 계측(㎠)</td></tr>
<tr><td></td><td>
</td><td></td></tr>
</table>

자료: AUS-MEAT Limited. (2018). Australian Beef Carcase Evaluation: Beef and Veal Chiller Assessment Language. Tingalpa, Queensland, Australia. WEB-024/2018. Meat & Livestock Australia (MLA), MSA06 – Ossification and beef eating quality, November 2022.

○ 1990년대 초 Hearnshaw 등(1995)의 소비자 대상 슈퍼마켓 연구에서, 이러한 전통적 계측 항목이 실제 소비자가 느끼는 식미품질을 예측하는 데는 거의 효과가 없는 것으로 확인되었음.[30]

- NSW '골드 브랜딩(gold branding)' 제도에 대한 소비자 대상 조사에서도 큰 가치가 없는 것으로 나타남.
- 특히, 저지방 도체에서는 육안 평가나 도축라인 계측만으로 식미품질을 신뢰성 있게 구분할 수 없다는 점이 확인됨.

○ 이는 초기 전통적 등급제의 목적이 '소비자의 실제 식미품질 예측'이 아니라 '거래를 위한 도체 속성 기술'에 있었기 때문으로 사료됨. 이후 MSA 도입의 핵심 동기가 됨.

※ [참고] National Carcase Branding Scheme(전국 지육 브랜딩 제도)[31]

- 도체의 외형을 기준(소 엉덩이/ 후지 부위의 살집 형태 등)으로 평가해 골드(gold)·퍼플(Purple)·브론즈(Bronze) 3단계로 분류하고, 그 등급을 지육에 도장처럼 표시해 유통하는 방식임.
- Butt shape' (후지 형태) 개념은 1980년대 중반 NSW Meat Authority와 NSW 농무부가 연구·보급한 것으로, 정육 수율을 예측하는 지표로 사용함.
- 1987년 AUS-MEAT가 설립되면서 이 제도의 계측 기준이 AUS-MEAT 표준언어에 그대로 흡수됨.
- 1992년 AUS-MEAT 이사회는 'Butt shape이 정육 수율 판정시 신뢰할 만한 지표가 아니라고 판단하며, 이 항목을 등급 기준에서 제외함.

□ MSA(Meat Standards Austrailia)[32]의 도입배경

○ 오스트레일리아의 쇠고기 등급체계는 소비자가 실제로 쇠고기를 섭취할 때 경험하는 품질을 객관적으로 예측하고, 생산·가공·유통 단계에서 품질의 일관성을 확보하기 위한 목적으로 발전함.

○ 1990년대 초, 오스트레일리아 쇠고기 소비 감소의 주요원인으로 식미품질의 변동성이 지적되었음. 구매한 쇠고기가 조리했을 때 실제로 얼마나 맛있을지 소비자가 구매전에 예측할 수 없다는 점이 핵심문제로 제기됨.[33]

---

30) Polkinghorne, R. et al., "Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system", Australian Journal of Experimental Agriculture (2008), Hearnshaw et al.(1995) https://www.researchgate.net/publication/255593200_Evolution_of_the_Meat_Standards_Australia_MSA_beef_grading_system

31) Beef Central, "Butt shape part 2: A brief lesson in history" (2013.8.21.) https://www.beefcentral.com/trade/butt-shape-part-2-a-brief-lesson-in-history/

32) Meat & Livestock Australia (MLA), The Aggregate Economic Benefits to the Australian Beef Industry from the Adoption of Meat Standards Australia, 2009

33) Oxford Academic(Animal Frontiers), "Carcass assessment and value in the Australian

○ 1990년대 중반, 오스트레일리아 육류 및 축산청(Meat and Livestock Austrailia)과 소 및 육질 협력 연구센터(Cooperative Research Centre for Cattle and Meat Quality)는 도체 특성 중심의 평가에서 벗어나 소비자가 실제 섭취할 때의 품질을 예측하는 체계 구축을 추진함.

- 일반 소비자를 대상으로 연도·다즙성·풍미·전반적 기호도를 평가하고, 이를 종합한 MQ4 점수를 활용하여 쇠고기의 식미품질 수준을 구분함.
- 이후 소비자 평가와 도체·가공 특성 간의 관계를 분석하여 식미품질을 예측하는 MSA 모델을 개발하였음.

○ 이후 섭취 품질 연구를 기반으로 Meat Standard Austrailia(MSA)가 구축되었으며, Brisbane에서 시범 운영 후 1999~2000년 전국적으로 확대되었음.[34]

- MSA는 생산·도축·가공·숙성 등 공급망의 다양한 정보를 활용하여 개별 쇠고기 부위의 식미품질을 예측하는 체계로 발전함.

□ MSA 등급제의 역할 및 특징

○ MSA는 일반적인 도체 중심 등급제와 달리 개별 도체의 등급보다 개별 부위별 식미품질을 예측하는 데 중점을 둠.

- 일반 소비자의 관능평가 결과를 등급 설정에 직접 활용하고, 유전·사육부터 도축·가공·숙성 및 조리방법까지 공급망 전방의 요인을 고려하는 Total Quality Management 방식으로 운영되는 것이 특징임.

○ MSA는 등급 부여에 그치지 않고 생산자에게 도체 품질에 대한 피드백과 생산관리 개선 정보를 제공하여, 품질 차이에 따른 가격신호가 생산단계까지 전달될 수 있도록 하는 역할을 수행함.

- 가공업체에는 품질의 일관성을 높이기 위한 기준을 제공하고, 유통·소매업체는 제품의 품질을 확인할 수 있는 기준을 제공함.

○ MSA의 가장 중요한 역할은 도체의 특성을 단순히 등급화하는 것이 아니라, 소비자에게 일관된 식미품질 정보를 제공하고 구매 시 품질 불확실성을 줄이는 것임.

---

beef and sheepmeat industry" (https://academic.oup.com/af/article/14/2/5/7646119)

34) Oxford Academic(Animal Frontiers), "Carcass assessment and value in the Australian beef and sheepmeat industry" (https://academic.oup.com/af/article/14/2/5/7646119)

[표 10] 오스트레일리아 : MSA 평가항목

항목	내용
도체 기본정보	①성별 ②도체중 ③열대 품종 비율(혹 높이 측정) ④성숙도(골화 정도)
육질·도체 측정	①마블링 ②등지방(표준 측정지점에서 측정 최소 3mm) ③최종 ph(도축 후 근육의 최종 pH: 5.70이하) ④pH-온도 저하(도축 후 pH와 온도 변화)
도축·취급 조건	①현수방식(Tenderstretch; 골반 현수 방식, Achilles hung; 아킬레스건 방식) ※골반현수방식이 더 높은 점수를 받음. ②성장촉진제(HGP) 사용 여부 ③도축·운송·취급(스트레스 및 글리코겐 관리)
선택적 측정항목	①육색(AUS-MEAT 기준에 따름) ②지방색(AUS-MEAT 기준에 따름) ③등심단면적(㎠, AUS-MEAT grid)
최종 식미 평가	• MSA Eating Quality Score(개별 부위×조리방법별 예측) : 46점 이상 MSA 인증 ①MSA 3-Star(46~64점) ②MSA 4-Star(65~76점) ③MSA 5-Star(77~100점)

자료: MLA_Marketing Beef and Lamb_MSA Standard
https://www.mla.com.au/marketing-beef-and-lamb/meat-standards-australia/msa-standards/

□ MSA 운영현황

○ MSA 등급판정 규모는 도입 이후 꾸준히 확대됨. 전국적으로 시행이 시작된 1999~2000년 전국 도축의 일부(22.5만 두)에 불과하던 등급판정 두수는 2020~2021년 53%로 상승하며 전국 도축의 절반을 넘어섰고, 2022~2023년에는 54%(적합률 95.1%)를 기록함.[35]

○ MSA가 산출하는 식미품질 지수인 MSA Index[36]도 매년 상승하는 추세를 보이고 있음.

- 2022~2023년 57.52였던 전국 평균 MSA Index는 2024~2025년 58.81로 상승하였음.[37]

○ MSA 등급 적합률도 상승한 것으로 나타남. 2000년대 초 약 85% 수준이었던 적합률이 2006년~2010년에는 90~94%로 상승하였고, 2022~2023년에는 95.1%까지 상승하였음.

35) MLA, "Celebrating 25 years of eating quality outcomes"
https://www.mla.com.au/news-and-events/industry-news/msa-annual-outcomes-report-202223/
36) MSA Index: 지육 내 39개 MSA 부위의 식미품질 예측점수를 30~80점 사이로 가중평균한 단일 지표
37) MLA, "Meat Standards Australia"
https://www.mla.com.au/marketing-beef-and-lamb/meat-standards-australia/

○ 또한, MSA 등급은 미국 USDA의 Process Verified Program(PVP) 인증을 획득하여, 미국 내에서 MSA 인증 쇠고기 제품에 USDA 마크를 병기할 수 있는 지위를 확보함.

[그림 5] 오스트레일리아 : 쇠고기 등급표시 마크

MEAT STANDARDS AUSTRALIA GRADED	MSA 3-Star/MSA 4-Star/MSA 5-Star
	

자료: Meat & Livestock Australia (MLA). (2025). MSA Excellence in Eating Quality Awards 2025. Meat & Livestock Australia (MLA), Meat Standards Australia – Australian MSA Beef, 2014.

□ 등급판정 기술 현황

○ 오스트레일리아는 AUS-MEAT 언어표준위원회(Language and Standards Committee)의 승인을 받은 객관적 계측 기술(Objective Carcase Measurement, OCM)을 지육등급판정에 활용하고 있음.

○ 2019년 E+V 카메라의 조건부 승인[38]을 시작으로, 카메라 비전 방식(근내지방도·육색·지방색 등 식미품질 형질)과 X선 기반 방식(DEXA, 육량 형질)이 도입되었음.[39]

- 2025년에는 JBS Austrailia가 냉지육 카메라 방식으로는 최초로 시설 단위 승인을 받아 적용 중임.[40]

38) Meat & Livestock Australia, "Validating the E+V cold carcase grading camera for Australian carcase grading", 2020. (mla.com.au/research-and-development/reports/2020)
39) Meat & Livestock Australia, "DEXA technology" Factsheet. (mla.com.au/globalassets/mla-corporate)
40) Meat & Livestock Australia, "Industry first: AUS-MEAT approves MEQ Camera technology", 2025.11. (mla.com.au/news-and-events/industry-news)

2.3. 일본

2.3.1. 쇠고기 산업 동향 및 유통구조

□ 쇠고기 산업 동향

○ 일본의 육용우는 육용종과 유용종으로 구분되며, 2024년 2월 기준, 전체 사육두수의 약 70%가 육용종(189만 7,000두), 약 30%가 유용종임(77만 4,900두).[41]

○ 2024년 쇠고기 생산량은 35만 3,435톤으로 전체 규모는 정체되어 있으나, 와규 18만 944톤(전년대비 5.8% 증가), 교잡종 9만 3,143톤(2.0% 감소), 유용종 계통 7만 7,895톤(4.5% 감소)으로 품종별 생산 구성의 차이를 보임.[42]

○ 일본의 1인당 연간 쇠고기 소비량은 2024년 5.9kg으로 2023년(6.1kg) 대비 소폭 감소했으며, 이러한 내수 위축 속에서 정부는 수출 확대를 정책적으로 추진 중임.[43]

- 「농림수산물·식품 수출확대 실행전략」(2025.05. 개정)에 따라 일본은 쇠고기 수출목표를 2025년 1,600억 엔, 2030년 3,600억 엔으로 설정했고, 2024년 수출량 1만 113톤, 수출액 635.84억 엔으로 모두 사상 최고치(2023년 대비 각각 120%, 112% 증가)를 기록함.[44]

□ 쇠고기 산업의 유통구조

○ 일본의 축산물 유통은 도매시장법에 근거한 공영 중앙도매시장 체계가 중심 축을 이루며, 도축 후 위생검사·냉장보관 등을 거쳐 등급판정이 이뤄진 뒤 경매가 진행됨.[45]

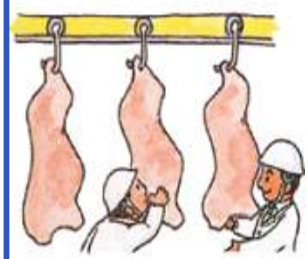
○ 일본의 식육유통은 ①도매시장 병설 도축장, ②산지식육센터, ③기타 도축장 등으로 나뉘어 경로가 다양하지만[46], 어느 경로를 거치든 JMGA의 동일한 「牛枝肉取引規格(소 지육 거래규격)」이 적용됨.[47]

○ 하나로 통일된 등급기준으로 형성된 등급별 가격이 전국 시장의 기준가격으로 기능함.[48]

---

41) 농림수산성,「畜産統計(令和6年2月1日現在)」(축산통계, 2024년 2월 1일 기준)
42) 농축산업진흥기구(ALIC),「令和6年度の食肉の需給動向について」(2024년도 식육 수급동향)
43) 농림수산성,「令和6年度食料需給表」(2025.10 공표)
44) 농림수산성,「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」(농림수산물·식품 수출확대 실행전략, 2025.5 개정); 일반사단법인 일본축산물수출촉진협회,「牛肉輸出をめぐる動向 2024年輸出実績」(쇠고기 수출 동향 2024년 수출실적)
45) 도쿄도 중앙도매시장,「食肉|市場の一日」
46) 농축산업진흥기구,「食肉センターの現状と課題」
47) JMGA,「食肉格付とは」
48) 일본식육시장도매협회(JMMA),「東京都中央卸売市場食肉市場」

[표 11] 일본 : 축산물 도매시장(도쿄도)에서의 유통경로

	①하역(전날 오전 5시~오후 7시) • 주로 간토·도호쿠 지역에서 생체는 대형 트럭으로, 반입 지육은 냉장차로 도착함. • 도착한 생체나 지육은 도매업자가 인수하여, 생체는 계류장으로 옮겨지고, 지육은 냉장고에 보관됨.
	②생체 도축·해체(전날 오전 8시30분~)·계량, 격부(경매 전) • 도쿄도가 도축·해체한 후 계량하며, 일본식육격부협회가 품질 등급판정을 하고 도매업자에게 인도한 뒤, 경매가 진행됨.
	③경매를 앞둔 물품 하견 • 중도매업자, 매매참가자는 등급판정된 소 지육의 품질을 꼼꼼히 확인하고, 미리 사고 싶은 물건을 선택하고 구매 가능 가격을 정하며, 경매를 대비함.
	④경매 시작(오전 8시30분~) • 경매가 시작됨. 식육시장의 경매는 경매값 표시장치를 이용한 기계식 경매로, 중도매업자 등 매수인은 손에 든 버튼으로 가격을 정해 원하는 물건을 낙찰받음.
	⑤슈퍼나 동네 정육점으로 • 소비자가 조리하기 편한 크기로 전달된 정육은 슈퍼나 동네 정육점으로 옮겨져, 식탁에 오름.

자료: 일본 축산물 도매시장(도쿄도) 홈페이지
https://www.shijou.metro.tokyo.lg.jp/general/kids/sikumi/ichinichi/niku

2.3.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기

□ 등급제 도입 배경

○ 일본의 축산물 등급제 도입의 근본 배경은 식육 유통 규모 확대에 따른 전국 통일 거래지표의 필요성에서 시작되었음.

○ 일본의 식육 등급판정 사업은 1961년 공포된 「축산물의 가격안정 등에 관한 법률」 시행과 함께 시작됨. 당시는 사단법인 일본식육협의회가 이를 수행하였음.[49]

○ 이후 식육 수급규모가 매년 확대되고 유통형태도 대량·광역 유통으로 진전되면서, 경제성 높은 축산물 생산 및 유통의 지표로서 등급판정의 중요성과 더 높은 공공성이 요구되었음.

- 이에 식육등급판정 사업을 전문적으로 수행하는 기관으로, 1975년 2월 일본식육협의회의 등급판정사업 부문을 분리·계승한 사단법인 일본식육격부협회(현 JMGA) 설립됨.

○ 1988년 2월, 일본 정부는 미국의 쇠고기 수입자유화 압박에 대응해 「낙농 및 육용우 생산 근대화를 도모하기 위한 기본방침」을 책정함.[50]

- 이후 같은 해 3월, 기존 등급 판정사의 육안 중심 판정에서 근내지방도 · 육색 · 지방색(BMS·BCS·BFS) 표준모델 및 계측값 기반 육량기준값 산출식 등 구체적 계측 기준이 도입됨.

□ 등급제 운영체계 : 쇠고기

○ 일본식육격부(등급)협회(JMGA)가 운영하는 「牛枝肉取引規格(소 지육 거래규격」에 근거하여 시행됨. 해당 규격은 일본 농림수산성(MAFF)의 승인을 받아 전국 식육시장의 공통 거래기준으로 활용되며, 육량등급(A~C)과 육질등급(1~5)을 조합하여 도체 품질을 평가함.[51]

- 개체별 품질 편차가 큰 소의 특성상, JMGA의 전국 통일 등급은 지육유통의 '공정거래 잣대'로서의 역할을 함.[52]

- 일본의 쇠고기 등급은 브랜드 인정의 전제조건으로도 작동하고 있음. 고베규·마쓰사카규 등 프리미엄 브랜드는 자체 인증기준에서 JMGA 등급을 최소 요건으로 명시하는 경우가 많음.[53]

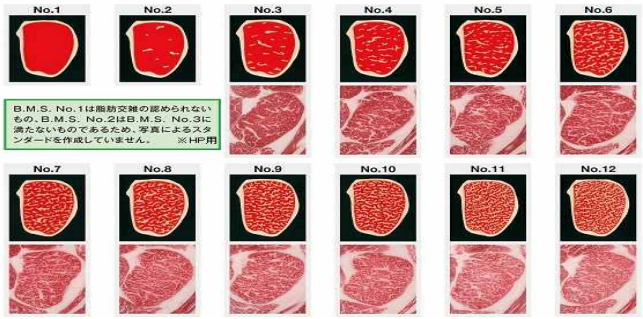
---

49) JMGA,「当協会について」, https://www.jmga.or.jp/about/
50) https://www.sangiin.go.jp/japanese/joho1/kousei/syuisyo/112/touh/t112018.htm
51) JMGA,「牛枝肉取引規格」, https://www.jmga.or.jp/standard/beef/
52) JMGA,「トップページ」, https://www.jmga.or.jp/

○ 육질등급은 근내지방도(마블링), 육색, 조직감, 지방색과 질을 기준으로 결정됨. 4개의 평가항목 중 가장 낮은 등급이 선택되어 등급이 정해짐.

○ 육량등급은 바라두께, 근간지방두께, 흉최장근 면적, 피하지방 두께를 육량기준값 산출식을 사용하여 계산됨.

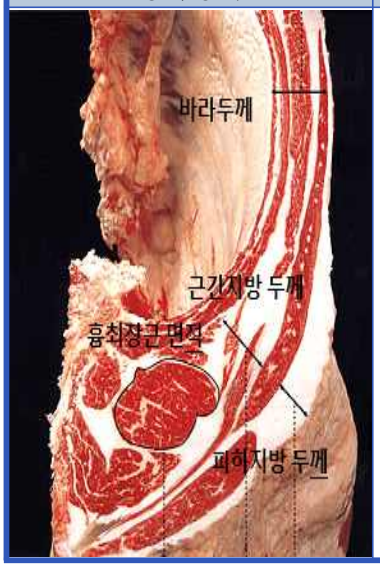
[표 12] 일본 : 육질등급 판정 항목

<table>
<tr><th>항목</th><th colspan="2">판정기준</th></tr>
<tr><td>근내지방도
(마블링)</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td>육색</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">조직감</td><td>조직감이 상당히 좋은 것</td><td>조직감이 표준인 것</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>지방색 · 질</td><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

자료: https://www.jmga.or.jp/standard/beef/

53) 神戸肉流通推進協議会(고베육유통추진협의회) 「神戸肉 · 神戸ビーフ」の定義
ttps://www.kobe-niku.jp/contents/about/definition.html

[표 13] 일본 : 육량등급 판정 기준

<table>
<tr><th>평가항목</th><th>등급판정 기준</th></tr>
<tr><td>
</td><td>
<table>
<tr><th>등급</th><th>수율표준값</th><th>수율</th></tr>
<tr><td>A</td><td>72점 이상</td><td>부분육 육량이 표준보다 좋음</td></tr>
<tr><td>B</td><td>69점이상 72점 미만</td><td>부분육 육량이 표준임</td></tr>
<tr><td>C</td><td>69점 이하</td><td>부분육 육량이 표준보다 낮음</td></tr>
</table>
※육량기준값이 B등급에 해당하는 지육이더라도 넓적다리 두께 부족 및 앞다리・넓적다리 균형 결여 결함이 육안으로 확인되면 한 단계 낮춰서 최종 판정할 수 있음.
</td></tr>
</table>

자료: https://www.jmga.or.jp/standard/beef/

□ 등급제의 변화

○ 기존 일본의 육용우 생산은 지방교잡(마블링) 개량 중심으로 이루어졌으며, 그 결과 2025년 기준 흑모화종(와규) 거세우 지육 중 A5등급 비중이 70.6%, A4등급 이상 비중은 93.9%에 달하는 것으로 나타남.[54)]

○ 그러나, 지방교잡 중심의 개량은 곧 지방함량 증가를 의미하며, BMS No.가 1단계 상승할 때마다 등심 단면의 지방 비율이 약 2.5%p 증가하며, 지방 과다 문제가 확인됨.[55)]

- 공익사단법인 전국와규등록협회(全国和牛登録協会)가 주최한 현장후대검정 합동조사회(現場後代検定合同調査会) 조사에서 근적외선 기기로 측정한 결과, 등심 단면의 평균 지방 비율이 50.0%(단백질 비율은 11%까지 감소)로 적정 지방 비율(33~40%)을 크게 상회하는 것으로 나타남.

○ 이러한 문제의식을 바탕으로, 「낙농 및 육용우생산 근대화를 위한 기본방침」·「가축개량증식목표」(2020)에서 지방교잡 기준은 유지하되, 육량 · 번식 · 식미성 등을 함께 고려하는 방향으로 개량 정책이 전환됨.

54) 독립행정법인 가축개량센터,「枝肉成績とりまとめ概要(令和7年度)」(지육성적 정리개요, 2025.12.12)
55) 일반사단법인 전국육용우진흥기금협회,「和牛肉の新価値観構築事業に関する報告書」, p.170

- 2025년 공표된 「낙농 및 육용우생산 근대화를 위한 기본방침」·「가축개량증식목표」에도 식미 향상·유전적 다양성 확보 등을 반영한 개량방향이 포함되어 있음.

□ 등급판정 기술 현황

○ 일본은 일본식육격부협회(JMGA)가 「牛枝肉取引規格」에 근거해 등급판정 보완기술의 도입을 승인하는 구조를 취하고 있음.

○ 2014년 실물 BMS(근내지방도 기준)를 보완하는 「사진에 의한 BMS 기준」이 도입되었고, 帯広畜産大学(오비히로 축산대학) 연구진이 개발한 화상해석 지표도 함께 활용되고 있음.[56]

○ 2023년 1월에는 근적외선 광파이버 방식의 식육지질측정장치(지방산조성 측정)가 돼지고기 부문에서 JMGA 공식 등급판정 선택 항목으로 정식 승인됨. [57]

- 기존 등급판정 항목(육안평가)에는 식미품질과 직결되는 지방산조성(올레인산 비율 등) 지표가 포함되어 있지 않아 이를 보완 하기 위한 조치로 승인되었음.[58]
- 쇠고기 부문에서는 이미 실용화되어 전국 200대 이상 보급됨.

○ MIJ labo가 개발한 근내지방 화상해석 카메라·AI 시스템은, 일본에서 유통되는 지육의 95%가 해당하는 협소 절개면(4~8cm)에 대응하도록 설계됨.[59]

- 바코드로 지육번호를 인식해 절단면을 촬영하면 등심단면적·BMS, BCS 등 10개 이상 항목을 자동 분석할 수 있으며, 시간당 200두 이상 처리가 가능함.
- 다만, 2018년 상용화 이후 실사용은 국내보다는 해외(미국·오스트레일리아 등)가 중심으로 나타남.[60]

---

56) 高橋健一郎 외,「ミラー型牛枝肉横断面撮影装置を用いた肉用品種における脂肪交雑形状特性の比較」,『日本畜産学会報』77巻, 501-507면 (2006)
57) 독립행정법인 가축개량센터,「豚肉の食味と脂肪の質について」
58) 일반사단법인 전국육용우진흥기금협회,「和牛肉の新価値観構築事業に関する報告書」(2024.3), p.22-23
59) MIJ Labo,「Products」, https://www.mij-labo.co.jp/en/products-2/
60) 오스트레일리아와규협회(AWA),「MIJ camera critical in Wagyu genetic progress」

2.3.3. 등급제 운영체계 : 돼지고기·계란

□ 등급제 운영체계 : 돼지고기

○ 일본의 돼지고기 등급제는 공익사단법인 일본식육격판협회(JMGA)가 농림수산성 승인을 받아 정한 「豚枝肉取引規格(돼지 지육 거래규격)」에 근거해 운영되며, 전국 식육도매시장·산지식육센터에서 JMGA 소속 등급판정원이 지육을 1마리씩 직접 판정함.[61]

○ 등급판정은 3단계 절차로 이루어짐.[62]

- ① 지육중량과 배지방(등지방) 두께를 기준으로 예비등급을 우선 산정함.
- ② 외관 4개 항목(체형균형·근육발달·지방부착·마무리)과 육질 4개 항목(조직감·결, 육색·광택, 지방색·질, 마블링)을 합쳐 총 8개 항목을 평가함.
- ③ 예비등급을 포함한 9개 항목 중 가장 낮은 등급을 최종등급으로 채택하여 「極上(최상)」·「上(상)」·「中(중)」·「並(병)」·「等外(등외)」 5단계로 판정함.
- 2023년 기준, 시장에서 「上(상)」·「中(중)」 등급을 차지하는 돼지고기의 비중이 약 80%이상으로 나타났음.

○ 한편, 「極上(최상)」 등급의 돼지고기는 시장에서 쉽게 접하기 어려운 것으로 알려져 있으며, 이는 쇠고기 최상위 등급인 A5 등급이 슈퍼마켓에서 비교적 흔히 볼 수 있는 것과 대비됨.

○ 일본에서의 돼지고기 등급제는 육질이나 외형의 종합적인 판단 결과로, 맛의 평가는 포함하지 않고 있음.

- 즉, 돼지고기 등급제의 역할은 시장 거래에 있어서의 거래 투명성을 높이는 지표로 품질을 확보하여 거래를 효율화하고 유통시키기 위한 시스템임.[63]

61) 東京都中央卸売市場, "牛・豚の基礎知識 - 枝肉の格付"
https://www.shijou.metro.tokyo.lg.jp/about/syokuniku/kisotisiki/kisotisiki-01-04
62) 農畜産業振興機構(ALIC), "豚枝肉取引規格の改正と新たな情報提供サービスについて"
https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05_002896.html
63) ハム工房 HISAMATSU, "意外と知らない！豚肉の格付について"
https://ham-hisamatsu.store/blogs/topics/about-grading-pork

[표 14] 일본 : 돼지고기 등급

등급	정의
極上(극상)	외관·육질 모두 최고 수준이며 결함이 없는 것
上(상)	외관·육질이 양호하며 결함이 거의 없는 것
中(중)	표준적인 품질로 큰 결함이 없는 것
並(병)	외관·육질에 결함이 있는 것
等外(등외)	위 기준에 해당하지 않는 것 (외관·육질·지방질이 특히 나쁘거나 불쾌한 냄새가 있는 것 등)

자료: 日本食肉格付協会(JMGA), 「豚枝肉取引規格」; ハム工房 HISAMATSU, “意外と知らない! 豚肉の格付について“

□ 등급제 운영체계 : 계란

○ 일본은 계란 등급제는 농림수산성이 정한 「鶏卵規格取引要綱(계란 규격거래요강)」에 근거하며, 1971년(쇼와46년) 최초 제정 이후 1974년·1979년·2000년(헤이세이12년) 세 차례 개정을 거쳐 현재에 이름.[64]

○ 등급판정은 개별품질과 중량구분 2개의 축으로 이루어지며, 개별품질은 외관검사·투광검사(캔들링)·할란검사(깨서 내부 확인)를 통해 난각·기실·난백·난황 4개 부위의 상태를 종합해 특급·1급·2급·등급외 4단계로 판정함.

- 할란검사 시에는 확산면적·농후난백/수양난백 비율 등 추가 지표로 판정하며, 캔들링만으로 판단이 어려운 혈액혼입란·이물혼입란 등은 반드시 투광검사를 실시하도록 규정함.

○ 포장 단위 등급 표시는 박스와 팩에 따라 방식이 다름.

- 10kg 박스 단위: 포장 내 계란 개수 기준 80% 이상이 특급등급이고 나머지가 1급이면 특급, 전량이 1급 이상이면 1급, 전량이 2급 이상이면 2급으로 표시
- 6개·10개 소포장: 개체별 등급 표시는 하지 않으며, 팩 내 계란이 전량 1급 등급 이상이어야 유통이 가능함.

○ 중량 구분은 「鶏卵規格取引要綱(계란 규격거래요강, 1971년 농림수산성 제정)」에 근거해 LL~SS 7단계로 이루어짐.[65]

○ 등급판정은 계란을 출하하는 업체가 자체적으로 정한 등급판정 책임자가 실시함.

- 이와 별도로 도도부현별 지방협의회와 중앙협의회를 두어, 등급판정 책임자에 대한 연수·감독, 판정의 공정성 관리, 대량으로 계란을 매입하는 업체의 종류·등급별 거래가격 공표 등을 담당함.[66]

---

64) https://www.jpa.or.jp/chuo_root/gaiyo/gaiyo_20201124_01.pdf
65) 得北, "卵の大きさ・重さ(SS・S・MS・M・L・LL)"; JA全農たまご(주), "鶏卵の簡易規格表" https://www.jz-tamago.co.jp/wp/wp-content/uploads/2020/03/%E8%A6%8F%E6%A0%BC%E8%A1%A8.pdf

[표 15] 일본 : 계란 개별품질 등급별 판정기준

항목	특급(생식용)	1급(생식용)	2급(가열가공용)	등급외 (식용부적격)
난각	정상적인 계란형, 조직 촘촘·매끄러움, 색조 정상	청결·무손상·정상	형태 불균일·거침·약간의 변색 등 경미한 이상	경도 오염란·무손상
난황	중심에 위치, 윤곽 거의 안보임, 납작하지 않음	중심에서 약간 벗어남, 윤곽 뚜렷, 약간 납작함	중심에서 상당히 벗어남, 납작하고 확대됨	기형란·심하게 거침·연란·중도오염란(액체 새지않음)
난백	투명하고 무르지 않음	투명하나 약간 무름	무르고 액체상	곰팡이란·액체 누출 파손·악취 있는 것
기실 깊이	4mm 이하, 거의 고정	8mm 이하, 약간 이동	8mm초과, 크게 이동	-

자료: 농림수산성/鶏卵公正取引協議会, 「鶏卵規格取引要綱」(46畜A 제2947호, 1971.6.1., 최종개정 2000.12.1.)

[표 16] 일본 : 계란 중량 구분(간이규격표 기준)

규격	색상표시	개당 중량
LL	빨강	70g 이상 ~ 76g 미만
L	주황	64g 이상~ 70g 미만
M	초록	58g 이상 ~ 64g 미만
MS	파랑	52g 이상 ~ 58g 미만
S	노랑	46g 이상 ~ 52g 미만
SS	보라	40g 이상 ~ 46g 미만

자료 : JA全農たまご(주), "鶏卵の簡易規格表"; 鶏卵公正取引協議会, 「鶏卵規格取引要綱」

66) https://www.jpa.or.jp/chuo_root/gaiyo/gaiyo_20201124_01.pdf

2.4. 유럽

2.4.1. 쇠고기 산업 동향

□ 쇠고기 산업 현황

○ 2026년 하반기 EU 소의 총 사육두수(GIP)는 1,140만 두로 전망되며, 이는 2025년 동기 대비 0.5백만 두(-4.2%) 감소한 수치임.[67]

- 프랑스는 2026년 하반기 EU 전체 소 생산의 23.1%를 차지해 최대 생산국 지위를 유지하며, 소 생산두수는 -0.4% 소폭 감소한 236만 두로 전망됨.
- 독일은 -0.6%(170만 두), 아일랜드는 -5.2%(90만 두)로 큰 폭으로의 감소가 전망되는 반면, 스페인은 주요 생산국 중 유일하게 +2.7%(110만 두) 증가할 것으로 예측됨.

○ 유럽위원회(DG AGRI)에 따르면, EU 쇠고기 생산량은 2025년 연간 -4.1% 감소에 이어, 2026년 1~2월에도 전년 동기대비 -4% 감소가 지속되었음.[68]

- 이는 도축두수 감소(-6.2%)로 인한 영향으로 보이지만 도체중량 증가로 감소폭이 일부 상쇄된 것으로 사료됨.
- 번식우의 구조적 감소가 2026년 EU 쇠고기 생산량 감소에 영향을 끼칠 것으로 전망되며, 2027년에도 추가 감소 가능성이 있음.

○ 2026년 상반기, 쇠고기 가격은 일부 하락하였으나, 투입비용 상승, 동물복지 규제 강화, 가축질병 등 지속적인 공급 제약 발생으로 연중 높은 수준을 유지할 것으로 전망됨.

○ 공급부족과 가격상승으로 2026년 EU 쇠고기 수출은 -12%, 살아있는 소 수출은 -18% 감소가 전망되며, 오스트레일리아산 소고기 공급 확대로 영국 수출도 줄어들 것으로 예상됨.

- 남미공동시장(MERCOUSR) 협정에 따른 남미산 유입으로 EU 쇠고기 수입은 12% 증가할 것으로 전망됨.
- 다만, EU는 브라질이 가축 성장촉진 목적의 항생제 사용을 금지하는 EU 수의약품 규정(Regulation (EU) 2019/6 및 Delegated Regulation (EU) 2023/905)의 준수 여부 미입증을 근거로, 2026년 9월부터 브라질산 쇠고기 · 가금육 등 동물성 식품 수입을 잠정 중단할 예정임.[69]

---

67) Eurostat,"EU 2026 livestock production trends", 2026.3.18.
68) European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development,"Short-term outlook for EU agricultural markets in 2026", 2026.07.

2.4.2. 등급제 운영체계 : 쇠고기

□ 등급제 도입 배경

○ 1968년 EEC 회원국이 쇠고기 공동시장 운영을 시작하면서 공동시장 내 성체 소 도체에 대한 통일된 분류 기준과 EC 대상 의무가격보고 체계의 필요성이 제기됨.[70]

○ EUROP 그리드는 1981년 EEC 「Regulation(EU) No 1208/81」에 근거해 최초 도입되었으며, 수차례 개정을 거쳐 현재는 「Regulation (EU) No 1308/2013(공통농산물 시장 규정)」부속서 IV(Annex IV) A항 및 이를 보완하는 Commission Delegated Regulation(EU) 2017/1182(2017.04.20.)에 근거하여 운영되고 있음.[71]

□ 등급제의 목적 및 역할

○ EUROP 그리드는 도체의 상업적 가치와 생산 수율 예측에 초점을 두며, 식미품질 추정을 목적으로 하지 않음.[72]

- 식미 품질이란 근내지방(마블링), 연도, 다즙성, 풍미 등 소비자가 실제로 체감하는 맛·품질 요소를 뜻하며, EUROP은 이 중 어느 항목도 공식 평가 축으로 포함하지 않음.

○ 「Regulation (EU) No 1308/2013(공통농산물 시장 규정)」 제10조는 부속서 IV(Annex IV) A항의 등급기준이 8개월령 이상 소도체에 적용됨을 규정하고 소도체의 체형(E~P)과 지방도 (1~5)를 평가하며, 회원국 간 거래 표준화와 가격 산정을 위한 공통 기준으로 활용하고 있음.

---

69) European Commission (Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed 결정 근거, Regulation (EU) 2019/6 및 Delegated Regulation (EU) 2023/905에 기반)

70) European Commission, 쇠고기 공동시장 관련 EEC 연혁 자료

71) Regulation (EU) No 1308/2013 (Annex IV); Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182

72) ScienceDirect, "European conformation and fat scores of bovine carcasses are not good indicators of marbling", 2020

□ 등급평가 기준

○ EU의 쇠고기 등급평가는 육형과 지방도에 대한 육안평가로 이루어짐.

○ 육형·지방도 점수의 조합으로 해당 도체에 가장 적합한 시장이 결정되며, 주에서 150두 이상을 도축하는 EU·영국 내 도축장은 의무적으로 등급 분류를 수행해야 함.[73]

- 영국은 육류가축위원회(MLC Services)가 자국 도축 소의 80% 이상에 대한 등급판정을 담당하며, 세부 등급 구분을 위해 U·O·P 육형 등급과 4·5 지방등급을 각각 고(+)·저(-) 및 고(H)·저(L)로 재분할해 총 56개 세부 분류를 운영하고 있음.[74]
- 독일은 EU 공동 등급 기준(Handelsklassenschema)이 동일하게 적용되며, 연령·성별·거세 여부, 육형, 지방도 세 가지 특성을 평가함.[75]

○ 육형(Conformation)[76]은 근육 발달 정도에 대한 육안 평가로, EU 기준 S(Superior), E(Excellent), U(VeryGood), R(Good), O(Fair), P(Poor) 6단계로 구성되며 근육의 형태·두께를 기준으로 판정함.

- 이중 S등급은 이중 근육형(double-muscled) 품종 등을 다루는 일부 회원국(벨기에·프랑스 등)에서 선택적으로 적용하는 최상위 등급임.
- 도체의 형태에서 주요 부위에 해당하는 우둔살, 등심, 어깨살의 발달 정도를 평가함.

○ 지방도(Degree of fat cover)[77]는 지방 피복 정도에 대한 5단계(1~5) 육안 평가이며, 1은 낮은 지방함량, 5는 높은 지방함량을 의미함.

- 외부 피하지방과 흉곽 내부의 지방 부착 상태를 함께 살펴 판정함.

---

73) Frontiers, "Machine learning algorithms for the prediction of EUROP classification grade...", 2024
74) AHDB, "Using the EUROP grid in beef carcase classification"
75) 독일 연방법무부·연방사법청 공식 법령「Verordnung über gesetzliche Handelsklassen und Kategorien für Rinderschlachtkörper (RindHKlV)」
76) Regulation (EU) No 1308/2013 (Annex IV); Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182
77) Regulation (EU) No 1308/2013 (Annex IV); Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182

[표 17] EU: EUROP 육형 세부규정

형태 등급	세부규정
S (Superior)	-엉덩이: 매우 크게 둥글고 이중근육형으로 근육경계가 뚜렷이 분리됨 -치골결합부 위로 엉덩이살이 매우 두드러지게 퍼짐.
	-등: 어깨까지 매우 넓고 두꺼움
	-어깨: 매우 크게 둥긂
E (Excellent)	-엉덩이: 매우 둥긂 -치골결합부 위로 볼기살이 뚜렷하게 퍼짐
	-등: 어깨까지 넓고 매우 두꺼움
	-어깨: 매우 둥긂
U (Very good)	-엉덩이: 매우 둥긂 -치골결합부 위로 볼기살이 퍼짐
	-등: 어깨까지 넓고 두꺼움
	-어깨: 둥긂
R (Good)	-엉덩이: 잘 발달됨/ 약간 둥긂
	-등: 여전히 두껍지만 어깨쪽으로 갈수록 폭이 좁아짐
	-어깨: 상당히 잘 발달됨
O (Fair)	-엉덩이: 평균적 발달~발달 부족/ 일자형
	-등: 평균 두께~두께 부족
	-어깨: 평균적 발달~거의 편평함
P (Poor)	-엉덩이: 발달이 미흡함
	-등: 폭이 좁고 뼈가 드러남
	-어깨: 편평하고 뼈가 드러남

자료: Regulation (EU) No 1308/2013 (Annex IV); Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182

[표 18] EUROP 지방도 세부규정

지방도 등급	세부규정
1(Low)	-흉강 내 지방이 없음
2(Slight)	-흉강 내 갈비뼈 사이 근육이 뚜렷이 보임
3(Average)	-흉강 내 갈비뼈 사이 근육이 여전히 보임
4(High)	-엉덩이 부위 지방 경계가 뚜렷함 -흉강 내 갈비뼈 사이 근육에 지방이 침윤될 수 있음
5(Very High)	-엉덩이가 거의 완전히 지방으로 덮여 지방 경계가 더 이상 뚜렷하지 않음 -흉강 내 갈비뼈 사이 근육에 지방이 침윤됨

자료: Regulation (EU) No 1308/2013 (Annex IV); Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182

□ 등급제의 한계

○ EUROP의 육형·지방도 평가는 도체를 육안으로 관찰해 형태를 평가하는 지표로, 근내지방도(마블링) 확인이 불가능하여 소비자가 체감하는 식미품질을 예측할 수 없음.[78]

○ 유럽이 반세기 넘게 유지해 온 형태 중심(육형·지방도) 등급판정 체계가 최근 들어 근내지방도(마블링)과 같은 식미 지표를 접목하려는 움직임이 나타나고 있음.

- 특히, 고품질 쇠고기에 대한 수요가 증가하고 있는 덴마크에서는 현행 등급체계가 육질(식미품질)을 전혀 보상하지 못한다는 지적이 제기되어 실제 도축·가공공장에 Q-FOM Beef 시스템을 도입해 마블링 기준으로 도체를 선별·차등 정산하고 있음.[79]
- 프랑스는 자국 소비의 대부분을 차지하는 폐사우(cull cow)조차 EUROP만으로 품질 차등화가 이루어지지 않는다는 문제의식을 바탕으로 INRAE 주도로 오스트레일리아식 식미품질 등급체계(MSA)를 자국 도체에 시범 적용하고 있음.[80]
- 독일은 이미 미국과 공동으로 마블링 측정 전용 기계(VBG)를 개발하였음.[81]

□ 등급판정 기술

○ EU는 Regulation(EU) No 1308/2013 및 이를 보완하는 Commission Delegated Regulation(EU) 2017/1182에 근거해, 회원국별로 공인시험을 통과한 영상분석(VIA, Video Imagine Analysis) 기계를 등급판정에 도입할 수 있도록 승인하는 구조를 취하고 있음.[82]

○ 독일 e+v Technology사의 VBS2000이 2003년 영국에서 최초로 상업적 승인을 받은 이후 유럽을 포함해 전 세계 60여 개국에 확산되면서 육형·지방도 자동판정의 사실상 표준 기술로 자리잡음.[83]

---

78) ScienceDirect, "European conformation and fat scores of bovine carcasses are not good indicators of marbling", 2020
79) Frontmatec, "Frontmatec Highlights Industry-Leading Automation Solutions", 2025
80) Liu, J., Pogorzelski, G., Neveu, A., Legrand, I., Pethick, D., Ellies-Oury, M-P., & Hocquette, J-F. (2021). "Are Marbling and the Prediction of Beef Eating Quality Affected by Different Grading Sites?" Frontiers in Veterinary Science, 8:611153.
81) https://www.eplusv.com/en/products/beef/vbs-2000/
82) Regulation (EU) No 1308/2013 (Annex IV); Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182
83) e+v Technology GmbH & Co. KG, "VBS2000",https://www.eplusv.com/en/products/beef/vbs-2000/

○ 이후 프랑스(Normaclass, 1993년)는 산업형 도축장의 약 80%가 도입하는 등 자국 시장을 절반 이상 점유하는 구조로 발전[84]했으며, 덴마크(BCC계열, 1988년)는 세계 최초로 상용 VIA 시스템을 개발한 국가로서 3세대에 걸쳐 자체 기술을 고도화해 왔음.[85]

- 프랑스는 2024년 AI기반 신모델 (MAC 10 AI)과 덴마크산 BCC-3를 병행 도입하는 복수기계 체제로 전환하고 있음.[86]

○ 최근에는 EUROP이 다루지 못하는 마블링(식미품질) 보완 기술 개발이 확산되는 추세임.

- 독일은 미국 육류연구소와 공동으로 마블링 측정용 VBG를 개발[87]하였으며, 덴마크는 Q-FOMBeef를 2024~2025년 Danish Crown 실제 도축장에서 상용화되고 있음.[88]

2.4.3. 등급제 운영체계 : 돼지고기·계란

□ 등급제 운영체계 : 돼지고기

○ EU의 돼지 지육 등급제(SEUROP)는 「Regulation (EU) No 1308/2013」제10조 및 부속서 IV(Annex IV) B항에 근거하며, 세부 시행규정은 「Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182」(2017.4.20.)가 보완하고 있음.[89]

○ EU의 돼지 지육 등급은 정육수율(지육중량 대비 살코기 비율)을 기준으로 S·E·U·R·O·P 6단계로 구분됨.

- S등급은 2013년 규정 개편 시 신설된 의무등급이며, E등급은 회원국이 선택적으로 적용하는 등급임.[90]
- 정육수율은 등지방두께(주로 3~4번째 흉추 사이, 등심 중앙선 부위)를 계측해 예측공식(presiction equation)에 대입하여 산출하며, 회원국별로 공인받은 계측장비(Fat-O-Meat'er, AutoFOM, 초음파 등)를 사용함.

○ 등급판정은 자동·반자동·수동 계측장비와 정육수율 추정 공식을 결합해 이루어지며, 각 방법은 회원국 권한당국의 인가시험을 거쳐야 함.

---

84) CBInsights, "Normaclass - Products, Competitors, Financials, Employees, Headquarters Locations"
85) https://www.frontmatec.com/en/beef-solutions/clean-line-chill-room/carcass-grading/beef-classification-center-bcc-3
86) NORMABEV(프랑스 등급판정기계 공식 관리기구), "MAC(machine à classer) 현황", 2024.10
87) e+v Technology GmbH & Co. KG, "About Us"
88) Frontmatec, "Frontmatec Highlights Industry-Leading Automation Solutions"(Q-FOM Beef), 2025. https://www.frontmatec.com/en/news/danish-crown-enhances-beef-quality-classification-with-frontmatec-s-q-fom-beef
89) Regulation (EU) No 1308/2013, Article 10, Annex IV Point B
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02013R1308-20231208
90) Commission Implementing Regulation (EU) No 148/2014

- 연평균 주 500두 미만을 도축하는 시설은 회원국이 재량으로 등급판정 의무를 면제할 수 있으며, 반대로 500두 이상 도축하는 시설은 원칙적으로 등급판정 대상이 됨.[91]
- 60kg 이상 120kg 미만 지육(S·E 등급)과 120kg 이상 180kg 미만 지육(R등급)의 가격을 매주 회원국이 집계함.[92]
- 도축장 운영자 등은 관할 당국에 보고하고, 관할 당국은 이를 EU 집행위원회에 통보함. 이러한 보고 체계를 통해 보고된 가격이 국가 시장가격 기준으로 활용됨.

○ 정육수율이 지속적으로 상승하면서 대다수 지육이 E와 U등급에 몰리는 현상이 확인되어, 회원국이 하위등급을 추가할 수 있도록 허용하는 방향으로 2017년 위임규정이 개정됨.[93]

- 이 외에도 상업적 거래없이 도축장이 자체 소유한 지육, 해부학적 구성이 특이한 재래종 돼지 지육에 대해서도 회원국이 면제할 수 있음.[94]

[표 19] EU : 돼지고기(SEROP) 정육수율 등급기준

등급	정육수율(지육중량 대비)
S	60% 이상
E	55% 이상 ~ 60% 미만
U	50% 이상 ~ 55% 미만
R	45% 이상 ~ 50% 미만
O	40% 이상 ~ 45% 미만
P	40% 미만

자료: Regulation (EU) No 1308/2013, Annex IV Point B.II; AHDB, "Pork yield guide"

□ 등급제 운영체계 : 계란

○ EU의 계란 등급제는 「Commission Regulation (EC) No 589/2008」(상위법 「Regulation (EU) No 1308/2013」제75조·제78조, 부속서 VII)에 근거함.[95]

91) Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182 of 20 April 2017, Article 2 (Derogations from the compulsory classification of carcasses)
92) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1184
93) https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2017/1182/oj
94) https://www.legislation.gov.uk/eur/2017/1182/article/2/data.html
95) Commission Regulation (EC) No 589/2008, https://www.legislation.gov.uk/eur/2008/589/body

○ 「Regulation (EU) No 1308/2013」제 75조는 계란을 마케팅 표준 적용 대상 부문으로 명시하며 제78조는 계란의 정의·명칭·판매명칭이 부속서 VII요건에 부합해야만 계란으로 판매될 수 있다고 규정함.[96]

○ 해당 표준에 부합하지 않는 계란은 EU 내에서 정상적인 상업적 명칭·판매명칭으로 유통될 수 없어, 마케팅 표준 자체가 사실상 진입장벽으로 작동함.[97]

[표 20] EU : 계란 Class A 평가항목

평가항목	판정기준
난각·큐티클	• 정상형태이고 깨끗하며 손상이 없어야 함
기실	• 높이 6mm 이하이며 고정(움직이지 않음). • [extra] 로 표시하려면 4mm 이하
난황	• 캔들링(투광검사) 시 그림자로만 희미하게 보이고 윤곽이 뚜렷하지 않아야 함. 계란을 돌렸을 때 약간만 움직이다가 중심 위치로 돌아와야 함
처리조건	• 세척하지 않아야 하며, 인위적으로 5℃미만에서 냉장보존 처리하지 않아야 함(단 운송 중 24시간 이내, 소매점에서 72시간 이내 5℃미만 노출은 예외로 인정)

주: 위 기준을 하나라도 충족하지 못한다면 Class B로 강등됨.

자료: Commission Regulation (EC) No 589/2008, Article 2

[표 21] EU : 계란 중량 등급(Class A 대상)

등급	중량기준
XL	73g 이상
L	63g 이상 ~ 73g 미만
M	53g 이상 ~ 63g 미만
S	53g 미만

자료: Commission Regulation (EC) No 589/2008, Annex I (Class A eggs weight grades)

96) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020SC0230
97) https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/2464/oj/eng

2.5. 축종별 등급제 비교

□ 종합 시사점

○ 쇠고기는 4개국 모두 실질적으로 운영되는 등급제를 갖추고 있으나, 돼지고기·계란은 국가별 편차가 뚜렷함.

- 특히, 미국은 쇠고기와 돼지고기의 참여율 격차가 동일 법령하에서도 극명하게 차이를 보임. 이는 축종별 산업구조의 차이가 등급제의 실효성을 좌우하는 것을 확인할 수 있음.

○ 국가별로 등급제를 운영하는 구조에서도 서로 다른 양상을 보이는 것을 확인할 수 있음.

- 오스트레일리아는 쇠고기(AUS-MEAT/MSA)만 등급 단계를 갖춘 체계이며, 돼지고기·계란은 등급명 자체가 없어 비교 대상에서 제외하였음.
- 일본은 쇠고기·돼지고기는 JMGA가 동일 방식으로 등급제를 운영하고 있으나, 계란은 별도 기관(鶏卵公正取引協議会)이 담당하며 소포장 유통에는 등급명을 표시하지 않는 독특한 이원구조를 가짐.
- EU는 3개 축종 모두 초국가기구(EU) 차원의 법적 강제 규정을 두고 있다는 점에서 다른 국가들과 다른 양상을 보임.

[표 22] 미국·오스트레일리아·일본·EU 등급제 비교 : 쇠고기

구분	미국	오스트레일리아	일본	EU
운영 기관	USDA AMS	AUS-MEAT Limited MLA(MSA)	日本食肉格付協会 (JMGA, 일본식육등급 판정협회)	회원국 지정 등급판정기관
법적 근거	「Agricultural Marketing Act of 1946」	법적 강제력 없음 (업계 자율표준)	농림수산성 승인 「牛枝肉取引規格」 (소 지육 거래규격)	Regulation (EU) No 1308/2013, Annex IV Point A
등급 구분	①품질등급 (Prime~Canner) ②수율등급(1~5)	①AUS-MEAT 언어(계측값) ②MSA(3~5-Star)	육량등급(A~C)× 육질등급(1~5) 총 15단계(A5~C1)	EUROP 체형 (S·E·U·R·O·P)× 지방도(1~5)
참여	90% 이상(비쇠고기)	54% (2022~2023, MSA)	약 80% (소·돼지 합산)	법적 의무 (회원국별 상이)

자료: 연구진 작성.

[표 23] 미국·오스트레일리아·일본·EU 등급제 비교 : 돼지고기

구분	미국	오스트레일리아	일본	EU
운영 기관	USDA AMS(제도만 존재)	AUS-MEAT (계측기준)	日本食肉格付協会 (JMGA, 일본식육등급 판정협회)	회원국 지정 등급판정기관
법적 근거	「Agricultural Marketing Act of 1946」	법적 강제력 없음 (업계 자율표준)	농림수산성 승인 「豚枝肉取引規格」 (돼지 지육 거래규격)	Regulation (EU) No 1308/2013, Delegated Reg. 2017/1182
등급 구분	U.S. No.1~4, Utility(품질적격+수율)	P2 지방두께 계측(등급명 없음)	極上·上·中·並·等外 5단계 (극상·상·중·보통·등외)	SEUROP (정육수율 기반)
특징	사실상 미운영	대상 제외 (등급명 체계 부재)	소·돼지 합산 약 80% 등급판정	연평균 주 500두 이상 시설 원칙 의무

자료: 연구진 작성.

[표 24] 미국·오스트레일리아·일본·EU 등급제 비교 : 계란

구분	미국	오스트레일리아	일본	EU
운영 기관	USDA AMS Poultry Programs	FSANZ	「鶏卵公正取引協議会」 (계란공정거래 협의회)	회원국 인증 포장센터
법적 근거	7 CFR Part 56	Food Standards Code Standard 4.2.5	「鶏卵規格取引要綱」 (계란규격거래 요강)	Commission Regulation (EC) No 589/2008
등급 구분	①AA·A·B(개별품질) ②소비자 등급 (카톤단위 비율)	없음 (품질등급 체계 부재)	〈개별품질 등급〉 特級·1級·2級·級外 (특급·1급·2급·등급외)	Class A·B
특징	등급표시는 선택, 최소 Grade B는 강제	대상 제외 (품질등급 체계 부재)	소포장 유통은 1급 이상만 허용(사실상 강제)	마케팅표준 미충족 시 유통 자체 제한

자료: 연구진 작성.

3. 소 도체 등급판정 자동화 기술 동향

3.1. 등급판정 자동화 기술의 발전 방향

□ 등급판정 주체의 전환

○ 과거 소도체 등급판정은 숙련된 등급판정사의 육안 관찰에 의존해 왔으나, 1980년대부터, 영상분석(VIA, Video Imagine Analysis) 기술이 도체 등급판정에 도입되기 시작하면서, 계측장비가 등급판정사의 육안판정을 보조·대체하는 방향으로 기술 발전이 이루어짐.

○ 등급판정에서의 계측장비 활용은 판정의 일관성을 높이고, 생산자 대금정산, 가공업체 가치 산정, 소비자에게 전달하는 품질정보의 객관성을 강화에 기여함.

※ 미국의 RMS/CVS[98)]

- Computer Vision System(CVS)은 1980년대 초 컴퓨터 기반의 비파괴·비침습적 영상분석 기술로 처음 도입되었으며, 도체 또는 등심 부위의 비율을 측정하는 데 활용됨.
- RMS/CVS는 Computer Vision 기반 쇠고기 등급판정 기술로, 도체 특성을 정량화하여 공식 마블링 점수, 등심단면적, 예비 육량등급 및 육량등급을 동시에 예측할 수 있는 영상 등급판정 기술임.
- 독자적인 소프트웨어를 통해 등심의 길이·너비·면적, 지방두께를 측정하고, 이를 기반으로 육량·마블링·육색을 예측하며, 현재 북미 육류산업에서 널리 쓰이는 CVS 방식 중 하나임.

□ 국가 간 공동개발·기술이전을 통한 확산

○ 초기 VIA 기술은 국가별로 단일 기관·기업이 독자 개발하는 경우가 많았으나 (독일 VBS2000, 프랑스 Normaclass, 덴마크 BCC, 오스트레일리아 VIAscan, 일본 MIJ, 미국 RMS/CVS), 이후 국경을 넘는 공동개발·기술이전 사례가 늘어나는 방향으로 발전하고 있음.[99)]

98) USDA AMS (https://www.ams.usda.gov/content/usda-announces-approved-instruments-beef-grading)
99) Frontmatec,https://www.frontmatec.com/en/news/danish-crown-enhances-beef-quality-classification-with-frontmatec-s-q-fom-beef

○ 미국 VBG는 처음부터 미국 육류동물연구센터·업계와 독일 e+v사의 공동개발로 출발한 대표적인 사례이며, 덴마크 BCC의 후속작인 Q-FOM Beef 역시 Frontmatec·Danish Crown·SEGES Innovation·Aarhus University 등 자국 산·학·연이 함께한 컨소시엄(FutureBeefCross)프로젝트) 방식으로 개발됨.

○ Q-FOM Beef는 2023년 오스트레일리아(10~13번 늑골 기준)에서 먼저 승인받은 뒤, 유럽식 절개기준(4~6번 늑골)에 맞게 재조정되는 등, 개발 이후 단계에서도 국가 간 상호 검증과 기준 조정이 이어진 사례임.

□ 거치형 대형장비에서 휴대형·소형장비로의 경량화

○ 초기 VIA 시스템은 도축라인이나 냉장숙성실에서 고정 설치되는 대형·고비용 장비였으나, 최근에는 스마트폰과 소형 카메라를 결합한 휴대형 장비로 무게와 비용이 크게 하향 조정되는 방향으로 발전하고 있음.

○ 오스트레일리아 와규협회(AWA)에 따르면, 일본 MIJ 카메라는 기존 10kg에서 약 1kg으로 경량화되었고, 2018년 1대당 약 6만 오스트레일리아달러였던 가격이 기술 발전으로 약 4천 오스트레일리아달러까지 하락하였음.[100)]

○ USDA는 2025년 일반 스마트폰을 활용하는 GMI Google Pixel 7a 기술을 공식 승인대상에 포함시켰음.[101)]

□ 측정 항목의 확장 : 외형적 형질 측정에서 식미품질까지

○ 초기 VIA 기술은 EUROP 기준의 육형·지방도(외형적 형질) 측정에 집중되었으나, 최근에는 소비자 만족과 직결되는 근내지방도(식미품질)까지 정량화로 측정 범위가 확장되는 방향으로 발전하고 있음.

○ 등급판정 기술 개발사 e+v(현 JBT Marel)가 개발한 VBS2000은 도체 측면을 촬영해 육형·지방등급, 부분육 중량·정육율을 측정하는 시스템인 반면, VBG2000은 냉장숙성실에 설치되어 근내지방도·등심단면적·지방두께·육량등급·육색·지방색을 출력하는 시스템으로 발전함.[102)]

○ 덴마크도 EUROP 기준(육형·지방도)을 다루던 BCC-3에 이어, 근내지방도 전용 측정기인 Q-FOM Beef를 별도로 개발함.

---

100) Australian Wagyu Association, "MIJ camera critical in Wagyu genetic progress" (2022) https://www.wagyu.org.au/mij-camera-critical-in-wagyu-genetic-progress

101) USDA AMS (https://www.ams.usda.gov/content/usda-announces-approved-instruments-beef-grading)

102) USDA AMS (https://www.ams.usda.gov/content/usda-announces-approved-instruments-beef-grading)

□ 비영상(非VIA) 기술로의 다변화

○ 최근에는 카메라 영상분석을 넘어 초분광 이미징, X-rayCT, MRI, 초음파 등 비접촉·비영상 계측기술로 기술이 확대되는 방향으로 나아가고 있음.

○ 그러나, 비영상(非VIA) 기술은 아직 연구 및 개발단계에 머물러있어, 실용화까지는 오랜시간이 걸릴 것으로 예상됨.

3.2. 등급판정 자동화 기술 현황

3.2.1. 거치형 영상분석(VIA) 기반 기술

□ 개요

○ 도체를 절단한 단면(늑골 부위) 또는 도체 측면을 카메라로 촬영해 육형 · 지방도 · 마블링 등을 자동 분석하는 대형 고정식 장비로, 미국·독일·프랑스·덴마크 등에서 각각 자국 상황에 맞는 시스템을 운영·개발해 왔음.

○ 도축라인 끝단이나 냉장숙성실 등 도체가 반드시 거쳐가는 지점에 고정 설치되어, 별도의 이동 없이 전수 판정이 가능하다는 것이 이 유형의 공통된 특징임.

○ 국가별로 절개 부위·촬영 방식·평가 항목이 조금씩 다르게 설계되어 있어, 개별 기술 간에도 국가별 등급제운영 목적의 차이가 반영되어 있음.

(1) VBG2000-GigE/VBG2000-7L[103)]

□ 기술 개요

○ 도체를 냉각한 후 12번째 늑골 부위를 절단해 노출된 등심단면을 촬영·분석하는 방식으로, 미국 육류동물연구센터(US Meat Animal Research Center), 미국 육류산업계, 독일 e+v Technology(현 JBT Marel)사가 공동 개발함.

○ 측정항목은 근내지방도(마블링), 등심단면적, 지방두께, 육량등급, 육색·지방색 등임.

- VBG모델은 기본형 VBG2000, 레이저 강화형 VBG2000-7L, 스마트폰 기반 소형형 VBGSmart, 완전자동 로봇형 VBGRobot(개발단계) 4개로 구성됨.

103) e+v Technology(現 JBT Marel), "VBG 2000" https://www.eplusv.com/en/products/beef/vbg-2000/

- VBG2000-GigE는 도체를 냉각한 후 12번째 늑골 부위를 절단하고 노출된 등심단면을 카메라로 촬영하여 영상으로 분석하는 방식임.
- VBG2000-7L는 기존 VBG2000-GigE 모델에 AI와 7개의 레이저 기술을 추가하여 이용해 늑골절개부위와 카메라 위치를 정밀하게 측정하도록 설계된 장비로, 등급판정의 정확도와 작업자 오류 관리 기능을 강화한 차세대 시스템임.
- VBGSmart는 고정형 판정대를 둘 공간이 부족한 소규모 업체를 위한 휴대폰 카메라 기반 시스템으로, 촬영된 등심 영상을 외부기기로 전송해 승인된 소프트웨어 알고리즘으로 처리함.
- VBGRobot은 미국 육류업계와 공동 개발 중인 프로젝트로, 3D 비전 시스템이 등심 절단 위치를 3차원 공간상에서 파악하면 산업용 로봇이 판정 카메라를 자동으로 위치시키는 완전자동화 시스템임.

○ 현재 북미에서 사육되는 비쇠고기의 약 95%가 이 시스템으로 등급판정을 받고 있으며, 지난 15년간 수억 두의 소가 이 시스템으로 분석됨.

[그림 6] 미국, 독일 : JBT Marel사의 VBG버전 모델

JBT Marel AuraVBG VBG2000-GigE	JBT Marel AuraVBG VBG2000-7L
	

자료: JBT Marel의 홈페이지(https://jbtmarel.com/en/products/auravbs/)

(2) VBS2000[104)]

□ 기술개요

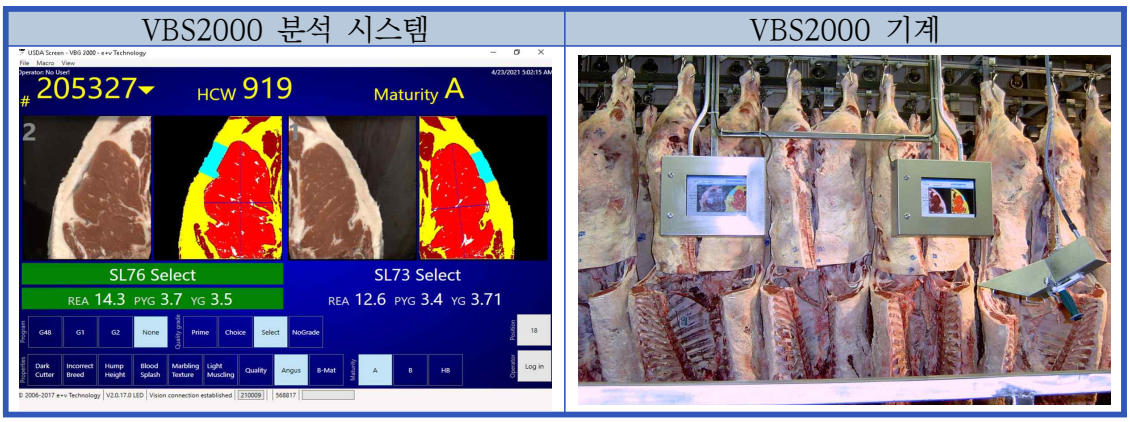
○ 독일 e+v Technology (현 JBT Marel)사가 개발하였으며, EU 공동 등급기준(Handelsklassenschema)에 따라 도체를 평가함.

○ 도축라인 끝단에 설치되어 도체 측면 전체를 촬영하고, 육형·지방등급을 판정하며 부분육 중량·정육율을 예측하는 비전 시스템임.

- 처리 속도별로 모델이 구분되는데 빠른 연속형(Continuous, 시간당 최대 450두 처리)과, 느린 스톱앤고형(Stop&GO, 시간당 최대 120두 처리)으로 구분됨.
- 처리유닛이 도체 측면을 제시하면 카메라가 2장의 영상을 촬영하는데, 1차는 일반 2차원 영상이고 2차는 구조광을 이용한 유사 3차원 영상으로, 두 영상을 결합해 도체의 입체적 형태(육형)와 표면 지방층을 함께 분석함.[105)]
- 유럽에서 가장 널리 쓰이는 시스템 중 하나로, 덴마크 BCC-2/3, 프랑스 MAC-2/MAC-S(Normaclass)와 함께 EUROP 3대 VIA 시스템으로 꼽힘.
- 근내지방도(식미품질)은 측정이 불가능해, e+v Technology(현 JBT Marel)사 미국 육류 연구소 및 산업계와 공동으로 VBG 시스템을 별도 개발함.

○ 1998년 최초 사용 설치 이후 현재 독일, 프랑스, 노르웨이, 루과이, 영국, 헝가리, 아일랜드 등에 약 40대가 설치되었으며, 2025년 브랜드명이 'Aura VBS'로 변경됨(개발사 e+V가 JBT Marel에 인수되며 제품 라인이 'Aura Vision'으로 개편).

[그림 7] 독일 : JBT Marel사의 VBS2000



자료: JBT Marel의 홈페이지(https://jbtmarel.com/en/products/auravbs/)

104) e+v Technology(現 JBT Marel), "VBS 2000" https://www.eplusv.com/en/products/beef/vbs-2000/
105) https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/carcass-evaluation

(3) Normaclass —MAC-2/MAC-S/MAC10[106)]

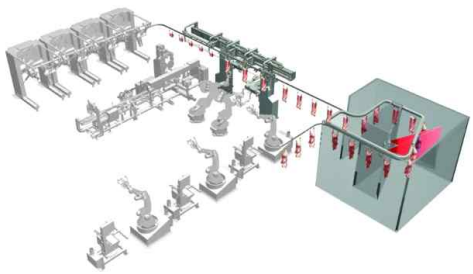
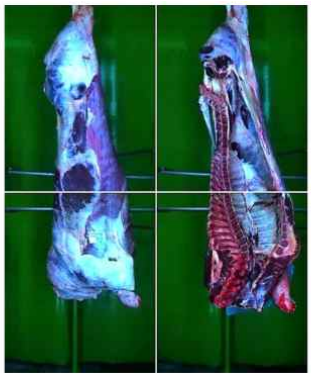
□ 기술 개요

○ 영상분석(VIA)기반 자동등급판정 장비로, EUROP그리드를 공동 기준으로 적용하되 프랑스가 자체 개발한 별도 시스템(MAC-2/MAC-S/현재 모델명 MAC10)을 활용함.[107)]

- 도체 손질 직후 도축라인, 열도체 계량기 직전 지점에 설치되어 근육 발달정도(육형, 최대 12단계)와 도체 마무리 등급(지방도, 10단계)을 자동 판정하는 방식으로, 프랑스 공식 쇠고기 등급제 기준을 따름.[108)]
- 최신 모델 MAC10은 연속라인 방식으로 시간당 최대 360두를 처리할 수 있고, 도체를 멈추지 않고 계측가능하며, 가동부가 없어 유지보수가 단순한 것이 특징임.
- 디지털카메라로 도체 데이터·계측값을 수집하고 소프트웨어가 실시간 분석해 등급을 판정하며, 이 등급이 도체 중량시장가격과 결합 되어 농가 대금 정산의 기준이 됨.

○ 2019년 기준 프랑스 내 50개 이상 설치(약 75% 시장점유율)로 자국 시장점유율이 가장 높으며, 우루과이에서도 국가 축산공사(INAC)가 자동분류시스템(SAT)으로 공식 도입해 전자정보시스템(SEIIC)에 편입시킴.[109)]

[그림 8] 프랑스 : Normaclass —MAC10

Normaclass —MAC10 연속 라인 방식	Normaclass —MAC10 내부
	

자료: SCOTT의 홈페이지(https://scottautomation.com/en-us/products/meat/grading)

106) Scott Automation (https://scottautomation.com/en-us/products/meat/grading)
107) https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/carcass-evaluation
108) MLA(https://www.mla.com.au/research-and-development/reports/2023/p.pip.0593---utilising-the-viascan-om-grading-solution-to-provide-objective-carcase-measurement/)
109) https://www.nzx.com/announcements/333668

(4) BCC/ Q-FOM Beef[110)]

□ 기술개요

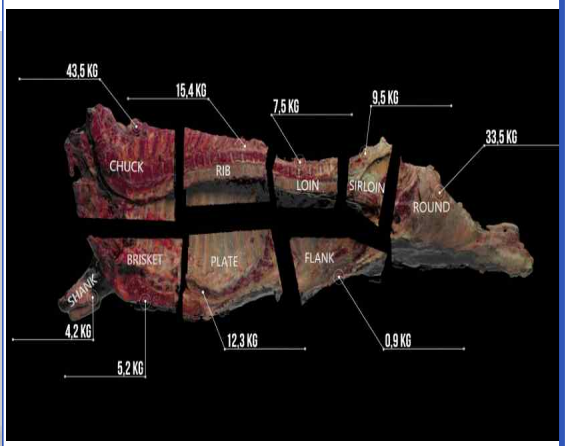
○ 덴마크 육류연구소(DBRI)가 1988년경 BCC-1 개발 이후, 다음세대인 BCC-2,/ BCC-3으로 발전함.

- Frontmatec가 과거 20년간 축적한 온라인 소도체 등급판정 노하우를 바탕으로 개발한 3세대 등급판정 시스템으로, 도축장의 소도체 상업적 가치를 자동·정밀하게 정량화함.

○ BCC-3은 다중시점 입체영상기술로 도체 절반을 여러 각도에서 촬영해 3D 이미지를 구축, EUROP 기준 육형·지방도 등급을 산출함.

- 비접촉식 장비로, 수의검사 이전 단계부터 설치가 가능하며, 부분육 단위 중량까지 예측해 도축장의 제품 분류·농가 대금 정산, 육종 개선 피드백 등을 지원함.

[그림 9] 덴마크 : BCC-3

BCC-3의 이미지 구축	BCC-3 부분육 수율 고정밀 예측
	

자료: Frontmatec의 홈페이지
https://www.frontmatec.com/en/beef-solutions/clean-line-chill-room/carcass-grading

110) Frontmatec(https://www.frontmatec.com/en/news/danish-crown-enhances-beef-quality-classification-with-frontmatec-s-q-fom-beef)

(5) VIAscan[111)]

□ 기술개요

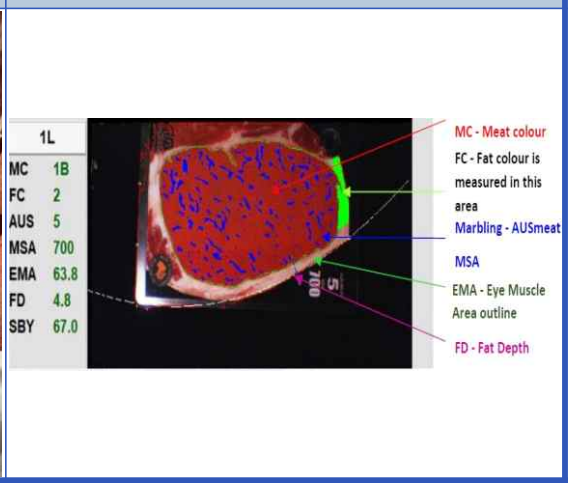
○ 듀얼-컴포넌트(Dual-Component)방식으로 지방 트림 수준별 부분육 육량 비율을 예측하고 USDA 육량등급 판정을 보완하는 목적으로 연구되었음.

- 이후 개량된 버전은 안구근 면적, MSA·AUS-MEAT 마블링, 육색, 지방색 4개 형질을 측정하는 형태로 재도입이 검토되고 있음.

○ MLA/AMLC가 1995~2012년경까지 약 20년에 걸쳐 개발한 오스트레일리아산 VIA 시스템이나, 넓은 범위에서의 소 유형에 대한 정확도 부족, 도축장 환경에서의 인체공학적 문제, 필요한 등급 형질을 모두 포착하지 못한다는 한계 지적으로 상업적으로는 실패 평가를 받음.[112)]

- 이후 개량 버전이 오스트레일리아 가공업체 AMG에 시범 도입되어, 기존 수기 판정 방식 대비 정확도·일관성 개선을 목표로 재평가되고 있음.[113)]

[그림 10] 오스트레일리아 : VIAscan

VIAscan 기계	VIAscan 분석화면
	

자료: ProteinSignals(https://proteinsignals.com/p/objective-meat-grading-technology-state-of-the-industry)

111) ProteinSignals(https://proteinsignals.com/p/objective-meat-grading-technology-state-of-the-industry)
112) ProteinSignals(https://proteinsignals.com/p/objective-meat-grading-technology-state-of-the-industry)
113) MLA, https://www.mla.com.au/research-and-development/reports/2023/p.pip.0593---utilising-the-viascan-om-grading-solution-to-provide-objective-carcase-measurement/

(6) MIJ/Kuchida 카메라[114)]

□ 기술개요

○ 거울이 장착된 카메라로 등심 절단면(6~7번 늑골 부위)의 고해상도 디지털 영상을 촬영하는 방식으로, 좁은 절개 공간에서도 촬영이 가능하도록 설계됨. 초기 버전은 1,350만 화소였으나 3세대 모델은 3,600만 화소까지 향상됨.

○ 촬영된 영상은 근내지방률(IMF), 마블링 미세도·조도, 등심단면적 등을 분석하는데 활용됨.

○ 일본식육격부협회(JMGA)의 등급판정 기준(마블링 · 육량, 색상 · 광택 · 육질 · 지방질)과 비교·검증하는 연구 도구로 개발되었으며, 이 기술이 일본의 공식 등급판정 체계에 편입된 것은 아님.[115)]

[그림 11] 일본 : MIJ/Kuchida 카메라

MIJ/Kuchida 카메라 사용 모습



자료: https://www.beefcentral.com/news/mij-carcase-camera-playing-critical-part-in-wagyu-genetic-progress/

114) https://twinwoodcattle.com/sites/default/files/publications/2021-07/TW536_Accuracy%20of%20measurement%20values%20from%20mij-camera%20system%20for%20beef%20grading.pdf
115) JMGA(日本食肉格付協会), "食肉格付とは" (https://www.jmga.or.jp/standard/)

3.2.2. 휴대형·스마트폰 기반 기술

□ 개요

○ 도축라인이나 냉장숙성실에 고정 설치되는 대형 장비와 달리, 스마트폰 또는 소형 카메라를 결합해 이동이 가능한 형태로 개발된 등급판정 장비로, 미국(GMI), 오스트레일리아(MEQ), 일본(MIJ Mobile) 등에서 개발·상용화되고 있음.

○ 거치형 장비 대비 초기 도입비용과 설치공간 제약이 적어, 소규모 가공업체나 원거리·현장 판정이 필요한 상황에서의 접근성을 높이는 방향으로 기술이 발전하고 있음.

○ 다만 승인 범위와 측정 항목은 기술별로 차이가 있어, 마블링만 승인된 기술(GMI)과 마블링·등심단면적·육량등급까지 포괄적으로 승인된 기술(MEQCamera V2)이 혼재함.

(1) MEQ Camera V2[116]

□ 기술개요

○ MEQ Camera V2는 고해상도 촬영 카메라와 3D depth 카메라를 결합한 듀얼카메라 시스템으로, 마블링·등심단면적·지방두께 등의 형질을 정밀 측정함.[117]

- 기존의 대형 고정형 등급판정 장비와 달리 스마트폰 앱이 실시간으로 근육 부위를 분리하는 방식으로, 정지영상이 아닌 영상 데이터를 활용해 판정의 신뢰도를 높인 것이 타사 기술과의 차별점임.[118]
- 자매제품으로 온도체 단계에서 근내지방을 측정하는 MEQ Probe, 살아있는 소를 대상으로 한 MEQ Live가 있어, 사육 단계부터 도축 이후까지 이어지는 제품군을 구성함.

○ 2025년 USDA 인증을 획득했으며, 이는 15년 만에 이뤄진 신규 등급판정기술 승인이자 영상(video) 기반 기술로는 최초의 USDA 인증 사례임.[119]

- 2024년 6월~2025년 5월 1만두 이상의 도체를 대상으로 한 실증시험을 거쳐 승인되었으며, 공식 쇠고기 마블링 점수·등심단면적·예비 및 확정 육량등급 예측용으로 인정됨.[120]

116) MEQ Solutions (https://meqsolutions.com/meq-camera)
117) MEQ Solutions (https://meqsolutions.com/meq-probe)
118) https://www.foodanddrinkbusiness.com.au/news/meq-camera-receives-usda-approval-in-world-first
119) https://www.foodanddrinkbusiness.com.au/news/meq-camera-receives-usda-approval-in-world-first

(2) GMI Google Pixel 7a 기술[121] 및 MIJ Mobile[122]

□ 기술개요

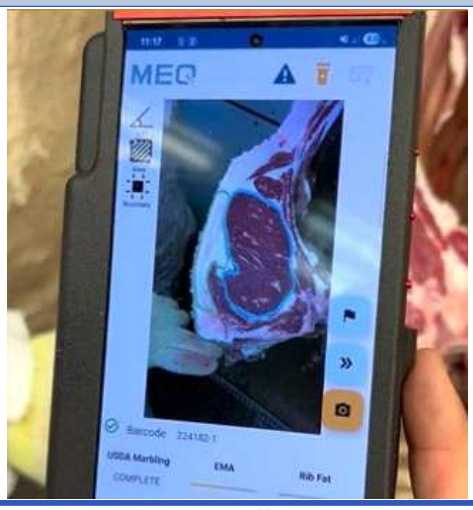
○ GMI Google Pixel 7a는 별도의 전용 산업용 카메라 대신 사용 스마트폰의 카메라를 등급판정에 활용하는 기술로 20001 이상부터 공식 승인 대상임.

- 공식 쇠고기 근내지방도 점수(Official Beef Marbling Score) 예측용으로만 승인되며, 등심단면적·육량등급은 승인 범위에 포함되지 않음.

○ 기존 10kg에 달하던 MIJ 카메라를 약 1kg으로 경량화함 휴대형 버전으로, 오스트레일리아 와규 공급망 내 여러 가공업체에서 24대 이상 활용 중임.

- 2018년 대당 약 6만 오스트레일리아달러였던 가격이 기술 발전으로 약 4천 오스트레일리아달러까지 하락함.[123]

[그림 12] 휴대형 스마트폰 기반 등급판정 시스템

MEQ Camera V2 화면	Global Meat Imaging LLC, GMI Google Pixel 7a
	

자료: MEQ Solutions_https://meqsolutions.com/meq-camera
USDA AMS_https://www.ams.usda.gov/node/45682

120) https://www.agdaily.com/livestock/meq-camera-becomes-first-usda-approved-video-technology-quality-yield-grading-beef-2/
121) USDA AMS(https://www.ams.usda.gov/node/45682)
122) https://www.beefcentral.com/news/mij-carcase-camera-playing-critical-part-in-wagyu-genetic-progress/
123) https://www.wagyu.org.au/mij-camera-critical-in-wagyu-genetic-progress

(3) Q-FOM Beef[124)]

□ 기술개요

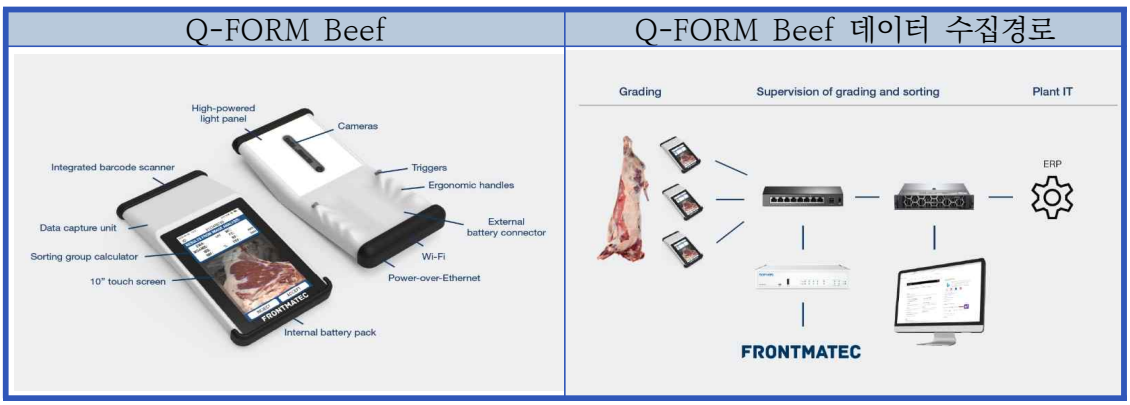
○ Q-FORM Beef는 3D카메라와 고해상도 2D 카메라를 결합한 휴대형 장비로, 등심 절단면을 한 장의 사진으로 촬영해 마블링·지방색·육색·등심단면적을 수 초 내에 측정함. 강도 높은 확산 LED 조명판 2개를 사용해 주변광의 영향을 최소화함.[125)]

- BCC-3가 다루지 못하는 근내지방도(마블링)를 전담해 측정하도록 설계됨.
- 12개의 서로 다른 연구 데이터셋(다양한 도체 유형, MSA 전문 등급판정사의 판정 및 화학적 근내지방 표본 포함)을 종합해 등심 형질 대비 보정모델을 검증한 결과, 모든 측정형질에서 매우 높은 반복성·재현성을 보임.

○ Q-FORM Beef는 Frontmatec, Danish Crown, SEGES Innovation, Aarhus University가 2019~2023년 참여한 FutureBeefCross 프로젝트의 결과물이며, 2023년부터 오스트레일리아에서 10~13번 늑골 절단면 분석용으로 승인받은 뒤 유럽식 4~6번 늑골 기준에 맞게 재조정됨.[126)]

- Danish Crown의 Holsted·Aalborg 공장에 실제 도입되어 근내지방도 기준 차등 대금 정산에 활용 중임.[127)]

[그림 13] 덴마크 : Q-FORM Beef



자료: Frontmatec의 홈페이지
https://www.frontmatec.com/en/other-solutions/instruments/carcass-grading-traceability/q-fom-beef

124) Frontmatec(https://www.frontmatec.com/en/news/danish-crown-enhances-beef-quality-classification-with-frontmatec-s-q-fom-beef)
125) https://www.beefcentral.com/processing/grading-camera-demonstrates-high-repeatability-and-reproducibility-across-all-traits-in-acc-trial/
126) https://www.frontmatec.com/en/news/danish-crown-enhances-beef-quality-classification-with-frontmatec-s-q-fom-beef
127) https://www.foodbusinessafrica.com/frontmatec-expands-with-kais-software-acquisition/

[표 25] 주요국 등급판정 자동화 기술 현황

유형	기술명	개발국·기업	측정항목
거치형 (VIA)	VBG2000-GigE/7L	미국(육류동물연구센터)·독일(e+v, 現 JBT Marel) 공동개발	근내지방도·등심단면적·지방두께·육량등급·육색·지방색
	VBS2000 (現 Aura VBS)	독일 e+v Technology (現 JBT Marel)	육형·지방등급, 부분육 중량·정육률 (마블링 측정 불가)
	Normaclass MAC-2/MAC-S/MAC10	프랑스	근육발달정도 (육형, 최대 12단계), 도체 마무리 (지방도, 10단계)
	BCC-3	덴마크 육류연구소(DBRI)·Frontmatec	EUROP 기준 육형·지방도, 부분육 수율 예측
	VIAscan	오스트레일리아 MLA/AMLC	안구근 면적, MSA·AUS-MEAT 마블링, 육색, 지방색
	MIJ/Kuchida 카메라	일본	근내지방률(IMF), 마블링 미세도·조도, 등심단면적
휴대형·스마트폰	MEQ Camera V2	오스트레일리아(MEQ Solutions)	마블링·등심단면적·지방두께
	GMI Google Pixel 7a / MIJ Mobile	미국(GMI)/일본(MIJ 경량화)	공식 쇠고기 마블링 점수 (GMI, 등심단면적·육량등급 제외)
	Q-FOM Beef	덴마크 (Frontmatec·Danish Crown·SEGES·Aarhus Univ.)	마블링·지방색·육색·등심단면적

자료: 연구진 작성.

[표 26] 주요국 등급판정 자동화 기술 분석 알고리즘 및 실증연구

유형	기술명	핵심 분석 알고리즘	AI활용 및 실증 연구
거치형 (VIA)	VBG2000-GigE/7L	• US MARC 실측 데이터 기반 다중 회귀 수식 연산	• 7채널 레이저+ AI 3D 좌표 보정
	VBS2000 (現 Aura VBS)	• 2D 윤곽선+3D 구조광 기하학적 곡률 분석	• 도체 800두 대상 영상분석 실시. • 육량등급 변동의 90%(온라인 판정원은 73%), 등심단면적 88%, 마블링 76% 설명(2003)
	Normaclass MAC-2/MAC-S/MAC10	• 프랑스 규격 기반 12단계 육형/ 10단계 지방 매핑	• INRA 자체 검증에서 육형 99~100%, 지방등급 89~98%(2서브 클래스 이내) 정확도 분석
	BCC-3	• 색상기반 선형모델 • 다중시점 3D 메쉬 생성 및 3차원 입체 적분 연산	• 고정밀 3D 수율 예측 통계 엔진 가동 • 냉지육중량 R^2=0.72, 체형등급(conformation) 정분류율 71%, 지방등급(fat class) 정분류율 55%
	VIAscan	• 듀얼 컴포넌트 방식으로 안구근면적(EMA)과 지방두께 별도 추출한 뒤 결합하는 전통적 특징기반 회귀 모델	• 등심단면적 예측 정확도 측정 (R^2=0.59, 재현성=0.98) • 도체 전체 수율 예측은 판정원 수준에 못 미침(2001)
	MIJ/Kuchida 카메라	• 마블링 미세도(FMI) 및 입자 조도 공간 패턴화	• IMF%: R^2=0.4~0.5 • MSA 마블링: R^2=0.3~0.5 • EMA: R^2=0.6~0.7 (2025)
휴대형·스마트폰	MEQ Camera V2	• 비디오+3D심도, 12개 머신러닝 모델	• 모바일 NPU 엣지 딥러닝 (USDA 동영상 AI 최초 승인) • 도체 1만 두 이상 실증시험 (2025)
	GMI Google Pixel 7a / MIJ Mobile	• 스마트폰 렌즈 캘리브레이션 및 마블링 밀도 추출	• USDA 공식 승인절차에서 Phase I [128], PhaswII [129] 실증연구를 요함
	Q-FOM Beef	• 확산 LED+3D/2D 동시 캡쳐, PLS추정	• 화학적 IMF 학습 머신러닝(호주 ALMTech II검증) • IMF%: R^2=0.94/ MSA 마블링 R^2=0.95/ EMA: R^2=0.=89 (2024)

자료: 연구진 작성

128) Phase I : 정지 상태 도체를 대상으로한 반복측정 정확도 입증
129) PhaswII: 실제 도축라인 속도에서의 정확도·정밀도 입증

4. 결론

4.1. 요약

□ 주요국의 쇠고기 등급제

○ 본 조사는 미국·오스트레일리아·일본·EU(독일·덴마크 등 포함) 4개국(권역)을 대상으로, 각국의 축산업 구조와 유통 환경이 축산물 등급제도의 운영 목적·평가기준에 어떻게 반영되어 있는지, 그리고 이 등급제도가 실제 도축장에서 활용되는 등급판정 기계·자동화 기술의 발전 방향에 어떠한 영향을 미치는지를 지육 단계를 중심으로 살펴보았음.

○ 4개국(권역)은 축산업의 규모·구조와 수출입 위상에 따라 서로 다른 등급제 운영의 목적을 발전시켜 왔음.

○ 대규모 수직계열화 산업을 기반으로 품질·수율을 동시에 평가하는 미국, 수출산업과 소비자 식미 품질을 동시에 고려하는 오스트레일리아, 고급육 시장을 중심으로 마블링을 세분화하는 일본, 회원국 간 거래 표준화에 초점을 둔 EU로 차이를 보임.

- 미국은 대규모 축산가공산업 기반으로 품질 등급(Prime·Choice·Select)과 육량등급(Yield Grade1~5)을 구분 평가하는 자율 등급제를 운영하며, 등급판정 결과가 그리드 가격제를 통해 실제 대금 정산에 직접 반영되는 구조임.
- 오스트레일리아는 도체의 상업적 속성을 기술하는 AUS-MEAT와, 이를 입력값으로 소비자 식미품질을 예측하는 MSA를 함께 운영하며, 두 체계 모두 법적 강제력 없이 업계 자율로 운영되면서도 실질적 표준으로 자리잡음.
- 일본은 육량등급(A~C)과 육질등급(1~5)을 조합한 JMGA「牛枝肉取引規格」을 전국 표준거래기준으로 운영하며, 육질등급은 근내지방도(마블링)를 포함한 4개 항목 중 최저 등급을 채택하는 방식으로 등급제를 운영 중임.
- EU는 EUROP 그리드를 통해 상업적 가치·수율 예측에 초점을 둔 공통 분류체계를 운영하되, 근내지방도 등 식미품질에 해당하는 항목은 공식 평가항목에 포함하지 않음.

□ 등급판정 자동화 기술 동향

○ 국가별 등급제 도입 배경 및 목적의 차이가 등급판정 기술의 개발·도입 방식 차이로도 이어짐.

○ 등급판정 기술은 1980년대 영상분석(VIA) 기술 도입 이후, 미국·독일 합작(VBG), 독일(VBS2000), 프랑스(Normaclass), 덴마크(BCC/Q-FOM Beef)는 자국 공식 등급판정 체계에 VIA 기술을 정식으로 편입시킴. 미국은 2025년 기준 5종의 USDA 공식 승인 계측 기술을 보유함.

- 일본(MIJ)은 자국에서 기술 개발을 진행했으나, 아직 공식 제도 편입 없이 연구·보조 도구 또는 해외 사용화 중심으로 활용되는 차이를 보임.
- 거치형 대형장비 중심이던 초기 VIA 기술은 최근 스마트폰·소형 카메라 기반 휴대형 장비로 확대되고 있으며, 초분광 이미징 등 비영상 계측 기술도 연구· 시범 단계에서 병행 검토되고 있음.

○ 또한, 등급판정 기계는 국가별로 뚜렷한 차이를 보이며, 크게 네 가지 유형으로 구분됨.

○ 자국이 독자 개발한 기술을 활용하는 경우, 국제 공동개발을 통해 개발한 기술 활용, 개발된 기술을 자국 기준에 맞게 재조정해 도입하는 경우, 다른 기계·기술을 함께 사용하는 경우 등이 나타나고 있음.

- (자국 개발·활용) 대부분 유럽(독일, 프랑스, 덴마크 등)에서 많이 조사되었음.
- (국제 공동개발) 독일 e+v사와 미국 육류동물연구센터 등이 공동개발한 VBG모델이 그 사례임.
- (도입국 기준 재조정) 덴마크가 개발한 Q-FOM Beef는 오스트레일리아에서 먼저 승인 받은 뒤, 유럽식 늑골 절개 기준에 맞게 재조정되어 덴마크에 도입된 사례임.
- (복수기계 병행) 프랑스는 자국 개발 기술인 Normaclass(MAC10)와 별도로 덴마크산 BCC-3을 병행 도입하는 복수기계 체제로 전환하고 있음.
- (개발-도입 미연계) 자국에서 기술을 개발하더라도 공식 등급판정 체계로는 편입되지않는 사례도 있으며, 일본이 대표적인 사례임.

4.2. 시사점

□ 공급자 중심의 등급제에서 소비자 중심의 등급제로의 변화

○ 각국의 전통적 등급제는 공통적으로 육형·지방도 등 도체의 외형적·상업적 속성을 평가하는 데서 출발했으나, 최근에는 소비자가 실제 체감하는 식미품질(마블링 · 연도 · 다즙성 등)을 예측하는 방향으로 평가의 축 자체가 이동하고 있음.

○ 이는 기존 등급판정 항목을 더 세밀하게 분류하거나 기준을 강화하는 문제라기보다, 소비자가 실제로 맛있다고 느끼는 정도와 얼마나 밀접하게 연결된 항목을 평가하는가의 문제임.

○ 즉, 등급제는 '도체가 상업적으로 어떤 속성을 가졌는가?'를 기술하던 방식에서, '소비자가 실제로 얼마나 맛있게 느끼는가?'를 예측하는 방식으로, 등급제의 평가 중심이 공급자에서 소비자로 재편되고 있음.

- 오스트레일리아는 AUS-MEAT만으로는 소비자가 느끼는 식미품질을 예측하는 데 거의 효과가 없다는 1990년대 초 연구 결과를 바탕으로, 식미품질에 특화된 MSA를 별도로 구축해 이원 체계로 운영하고 있음.
- EU내에서도 EUROP 그리드가 육형·지방도만 다뤄 마블링을 확인할 수 없다는 한계가 지적되자, 덴마크는 Q-FOM Beef로 근내지방도를 별도로 측정해 실제 대금정산에 반영하고, 프랑스는 INRAE 주도로 오스트레일리아식 MSA를 자국 도체에 시범 적용 중임.

○ 미국의 등급 표준 개정 논의(2026년 7월)는 Prime 등급 내 근내지방도 구간을 세분화하려는 것이지만, 그 배경은 유전·사양기술 발전으로 마블링 수준이 전반적으로 상향 평준화되면서 기존 구간으로는 소비자가 체감하는 품질 차이를 더 이상 변별하지 못하게 된 데 있음.

- 즉, 미국의 등급 표준 개정 논의는 등급을 엄격화 하려는 목적이 아니라, 소비자 체감 품질과 등급판정 결과 간의 괴리를 좁히기 위한 조정임.

○ 국내 소 도체 등급판정은 「축산물 등급판정 세부 기준」(축산법 제35조·시행규칙 제38조 근거)에 따라 근내지방도·육색·지방색·조직감·성숙도 5개 항목을 평가해 1++·1+·1·2·3·등외 6단계로 판정함.

- 2019년에는 1++등급을 근내지방도 7·8·9번으로 세분화하고 세부 점수별 도매가격을 매일 공개하는 개편을 시행했으며, 농림축산식품부는 이를 "수요자 중심의 쇠고기 등급제 개편"으로 명명함.

- 이는 미국이 2026년 논의 중인 Prime 등급 내 마블링 구간 세분화와 같은 유형의 조정으로, 국내에서 유사한 조치를 앞서 시행한 사례로 볼 수 있음.
- 국립축산과학원은 2006년부터 소비자 패널(4,600명) 기반 연구에 착수해 2009년 "한우고기 연도 관리 시스템"을 개발, 2010~2012년 횡성축협·김해축협 등에 시범 적용한 바 있어(소비자 만족도 87.8%), 마블링 외 식미 요소를 정량화해야 한다는 문제의식은 국내에도 이미 있었음.
- 이는 우리나라에서도 마블링 외 식미 요소를 정량화해야 한다는 인식이 이른 시기부터 있었다는 점을 시사함.

□ 등급판정 자동화 기술 및 기계 활용 양상

○ 육량등급 판정에 활용되는 기계 측정 기술은 1980년대부터 실용화되어 온 기술로, 국가별 실증연구에서 높은 정확도가 확인되었으며, 주요 쇠고기 산업 국가에서 이미 폭넓게 활용되고 있음.

- 우리나라도 이러한 흐름에 발맞춰 소 도체를 대상으로 AI기반 기계 등급판정 장비(KBM3)를 개발해 도입을 추진 중임.
- 축산물품질평가원이 2020년부터 정부·연구기관과 협력해 개발한 이 장비는 스마트폰과 이중 전반사 거울 방식의 보조장비를 결합해 등심단면을 촬영, 등지방 두께·등심단면적 등 육량 관련 항목과 근내지방도 등 육질 관련 항목을 함께 산출하는 방식임.
- 다만, 아직 일부 도축장을 대상으로 한 시범사업 단계이며, 전국 도축장 완전 도입은 중장기 목표(2029년)로 설정되어 있어 본격적인 확산까지는 시간이 필요함.

○ 해외 주요국의 축적된 실증 결과와 활용 경험은 국내 기계 등급판정 확산의 근거를 뒷받침하며, 특히 국가별 실증연구에서 확인된 정확도 수준은 시범사업 단계에 있는 국내 장비의 고도화·보정· 승인 과정에서 참고할 수 있을 것임.

[부록] 미국 소도체 등급판정 계측장비 승인절차(USDA AMS QAD 511)[130]

□ 근거규정

○ 본 절차는 USDA AMS 축산·가금 프로그램(Livestock and Poultry Program)의 QAD 511 Procedure("Instrument Approval Process: Instrument Grading Systems for Beef Carcasses", 2025.6.2. 발효)

○ 목적은 승인 계측장비가 최종 육량·품질등급 산출에 쓰이는 USDA 등급요소(마블링·등심단면적·지방두께·육량등급)를 정확·정밀하게 측정하는 능력을 평가하기 위한 성능기준을 제시하는데 있음.

○ 기술 제공사가 승인을 신청할 경우, 동일 기종 2대를 시험해야 하며, 각 장비가 아래 요건을 모두 충족해야 함.

□ 승인절차 3단계

1단계(Phase Ⅰ) : 승인신청 및 기기유형 판정

○ 기술 제공사가 표준규격분과(Standards and Specifications Division, SSD)에 승인신청서를 제출하며, 장비 작동원리에 대한 기본·상세 요약, "신규(New)" 기기인지 "업그레이드(Upgrade)" 기기인지 구분, 초기 표본수집 이후 사전승인 없이 장비를 변경하지 않겠다는 서약서를 포함해야 함.

- "신규" 기기는 기존에 승인된 적 없는 장비이거나, 예측 독립변수에 영향을 줄 수 있는 유의미한 개선(significant upgrade, 하드웨어·소프트웨어 불문)이 이루어진 기존 승인 장비를 포함함.

2단계(Phase Ⅱ) : 정지상태 반복측정 정확도(Repeatability) 입증

○ 정지된 도체(stationary carcass side) 최소 200개를 대상으로 각 3회씩 측정(총 최소 600회 관측)하여 재현성을 평가함.

- 표본은 미국 사쇠고기 개체군을 대표하도록 마블링 전 등급구간(무형적 소량~중등도 이상)에 걸쳐 분포시켜야 하며, 등급구간별 최소 표본수가 구체적으로 지정됨(예: Slightly Abundant 이상 구간 5개 이상 등).

130) USDA AMS Livestock and Poultry Program, "QAD 511 Procedure: Instrument Approval Process, Instrument Grading Systems for Beef Carcasses" (Effective June 2, 2025)

3단계(Phase Ⅲ) : 실제 라인속도에서의 정확도·정밀도 입증

○ "신규" 기기는 환경조건(발색시간·체인속도·도체온도·톱질·늑골절개 등)에 따른 편차를 검증하기 위해 지역적으로 상이한 최소 2개 시험장소에서 시험해야 함.

- 각 시험장소에서 시험용 도체 최소 1,000개, 알고리즘 개발용 도체 최소 1,000개(장소당 총 2,000개, 전체 최소 4,000개)를 수집하며, 특정 마블링 등급구간의 표본이 한 장소에 2/3를 초과해 쏠리지 않도록 제한함.
- 도체는 정상 가동 체인속도(연속 상태)에서 촬영·분석되어야 하며, 도체 좌·우 어느 한쪽 면이 전체 촬영영상의 65%를 초과할 수 없음.
- "골드 스탠다드 위원회(Gold Standard Committee)"라는 명칭으로, USDA 국가육류감독관(National Meat Supervisor)·부감독관·골드스탠다드팀 감독관 등 L&P 전문가 3인으로 구성된 위원회가 공식 마블링 점수(Official Marbling Score)를 결정하며, 이 위원회 구성은 해당 기기의 시험 전 기간 동안 변경되지 않음.
- 위원회는 조도 100풋캔들 이상의 환경에서 독립적으로 마블링을 평가하고, 결과는 마블링 10도 단위로 기록되며 표준화된 점수체계(예: Slight=300, Small=400, Moderate=600, Slightly Abundant=700 등)로 코드화됨.
- 표본은 공식 마블링 점수순으로 정렬한 뒤 하나씩 번갈아 교정용(calibration) 데이터셋과 시험용(test) 데이터셋으로 절반씩 분리됨. 기술 제공사는 교정용 데이터로 자사의 예측식(prediction equation)을 개발·보정하고, 이 예측식과 각 변수값을 L&P에 제출해 검증받음.

[표 27] 항목별 통과기준(요약)

항목	Phase Ⅱ(재현성) 기준	Phase Ⅲ(정확도·정밀도) 기준
마블링 점수	95%가 평균 예측치의 ±20 마블링단위 이내	평균잔차 0±10, 잔차표준편차 ≤35, 기울기 0±0.075
등심단면적(REA)	95%가 평균 예측치의 ±1.5in² 이내	$R^2 \geq 0.85$, 95%가 평균값의 ±2.0in² 이내, 잔차표준편차 ≤1.0in²
지방두께(예비육량등급)	95%가 평균 예측치의 ±0.4 등급단위 이내	95%가 ±0.4 등급단위 이내, 평균잔차 0±0.125
최종 육량등급	95%가 평균 예측치의 ±0.5 등급단위 이내	95%가 ±0.5 등급단위 이내, 잔차표준편차 ≤0.25

○ 공식 육량등급(Yield Grade)은 전문가 패널 3인이 산출한 값을 기준으로 하며, 아래 USDA 공식(또는 약식법)으로 계산됨.

- YG= 2.50+(2.5×조정 지방두께, in)+(0.20×KPH%)+(0.0038×도체중, lb) −(0.32×등심단면적, in^2)

□ 승인 후 관리

○ 승인은 **승인일로부터 최소 1년간 조건부(conditional)**로 부여되며, 현장 데이터가 승인 당시 성능수준에 미달한다고 판단될 경우 L&P는 추가시험을 요구할 수 있음.

- 제조사는 예측 결과에 영향을 줄 수 있는 소프트웨어·시스템 변경 시 사전승인을 받아야 하며, 요청 시 현재·과거의 비암호화 소프트웨어 코드 전체를 즉시 제출해야 함.
- 제조사는 L&P가 향후 현장시험에서 기준 장비로 사용할 수 있도록, 승인 당시 소프트웨어를 탑재한 참조장비(reference device) 1대를 L&P에 제공해야 함.

※ 카메라 배치 관련 세부 규정 (Phase III 실증시험 기준)

- **[마블링 측정용 카메라 배치]** 도체는 정상 가동 중인 연속 체인속도에서 촬영되어야 하며, 좌 · 우 어느 한쪽 도체 이미지가 전체 촬영분의 65%를 초과할 수 없음 — 즉 카메라는 양쪽 반도체를 균형 있게 촬영하도록 배치 · 운용되어야 함.
- 마블링 등급표(Table 1)에 지정된 구간별 최소 표본수 분포를 충족하도록, L&P 인력이 촬영 · 평가 대상 도체의 면(side)을 직접 선정함.
- **[등심단면적(REA) 측정용 카메라 배치]** 최소 200개 도체(가장 작은 등심단면적부터 가장 큰 것까지 최소 3.0in^2 범위를 포괄)가 정상 등급판정 조건에서 촬영되어야 함.
- 갓 절개(freshly ribbed)된 도체가 시간당 300두를 초과하는 체인속도의 라인에 놓인 상태에서 카메라가 이미지를 수집해야 하며, 촬영 이후에는 도체를 정지 레일로 옮겨 전문가 3인이 공식 USDA 등심격자(official ribeye grid)로 직접 계측해 평균 전문가 측정값을 산출, 이를 카메라 예측값과 대조함.
- **[지방두께(예비육량등급) 측정용 카메라 배치]** 최소 200개 도체가 정상 등급판정 조건에서 촬영되며, 갓 절개된 도체가 시간당 최소 300두 체인속도로 이동하는 상태에서 이미지를 캡처해야 함.
- 예비육량등급은 12~13번 늑골 접합부에서, 등심 길이의 3/4 지점의 지방을 단일 지점 측정하는 방식이며, 전문가 3인이 독립적으로 측정한 값의 평균과 카메라 예측치를 비교함.
- **[이미지 품질관리]** 기술 제공사는 시험에 사용된 모든 도체에 대해 원본 이미지와, 실제 처리된 디스플레이 화면(또는 썸네일) 이미지를 모두 L&P에 제출해야 하며, L&P는 이를 검토해 올바른 이미지 캡처가 이루어졌는지 확인함.

※ **미국 USDA 공식 승인 등급판정 계측장비 현황(2025.8 기준)**[131]

- **(개요)** USDA AMS는 2025년 8월 기준 총 5종의 소도체 등급판정 계측장비를 공식 승인함. 이 중 3종(VBG2000-7L, MEQ Camera V2, GMI Google Pixel 7a)은 2025년 신규 승인되었으며, 나머지 2종(VBG2000-GigE, RMS/CVS)은 그 이전부터 승인되어 있던 기존 승인 장비임.
- 모든 승인 장비는 위 [부록 ○]의 QAD 511 절차(Phase Ⅰ~Ⅲ)를 통과해야 하며, 승인 범위는 카메라 일련번호(serial number) 구간으로 구분·관리됨.

[표 28] USDA 등급판정 계측장비 승인현황

장비명	개발사	승인대상 일련번호	승인 측정항목
VBG2000-GigE	JBT/Marel/E+V (독일)	300 이상	마블링, 등심단면적, 지방두께, 육량등급, 육색·지방색
VBG2000-7L	JBT/Marel/E+V (독일)	700이상	마블링, 등심단면적, 예비·확정 육량등급
MEQ Camera V2	MEQ Solutions(호주)	1001이상	마블링, 등심단면적, 예비·확정 육량등급
GMI Google Pixel 7a	Global Meat Imaging LLC(미국)	20001이상	마블링 점수(품질등급용, 등심단면적·육량등급 미포함)
RMS/CVS	RMS Research Management Systems USA, Inc.(미국)	100이상	마블링, 등심단면적, 예비·확정 육량등급

131) USDA AMS, "USDA Approved Instruments for Augmenting Beef Grading", 2025.8.15.

발행인 : 박 수 진 원장

편집인 : 박 승 필 유통혁신본부 본부장

제 작 : 축산물품질평가원 유통정보처

자료조사 : 전환랩생생협동조합

발행일 : 2026년 9월

발행처 : 축산물품질평가원

주소 및 연락처

30100 세종특별자치시 아름서길 21 (아름동)
전화 044-410-7083
FAX 044-410-7176

본 자료는 출처를 밝히면 자유롭게 이용할 수 있습니다.
단, 전제하려면 축산물품질평가원의 허락을 받아야 합니다.

본 이슈보고서는 축산유통정보 다봄 (www.ekapepia.com)에서 확인할 수 있습니다.