

한우 유전자를 이용한 개체 식별 및 유전자감식 기법의 활용



글 오재돈
한경대학교
유전체정보연구실

혈액형은 선대에서부터 유전되는 형질이며 후대자손에게도 유전된다. 일반적으로 혈액형은 적혈구항원형과 혈액단백·효소형으로 분류되는데 이중 가족의 혈액단백·효소형 검사를 통하여 친자감별을 위한 개체혈통확인과 품종간의 개체식별 등 많은 분야에서 널리 활용할 수 있다.

1. 한우 유전자 감식기법 개요

가. 개체식별 기술의 개요

가족의 개체식별은 기본적으로 우수한 종축의 진위여부를 확인하기 위해 동원되는 수단이며 아울러 단위 면적당 가족의 사육규모가 확대되면서 악성 질병의 확산을 막기 위한 초동방역에서의 신속한 격리와 추적을 위한 식별수





단으로 활용되고 있다.

또한 최근의 식품안전사고 및 인수공통전염병의 다발에 따라 생산에서 식탁(farm to table)까지 이러한 위해요소의 추적 검증이 요구되는 시점에서 가축의 개체식별은 매우 중요한 요소로 대두되었다.

따라서 가축의 이표나 몸체에 문신을 새기는 방법을 통하여 개체식별이 이루어져 왔으나 이표의 탈락이나 도축이후에 대한 개체 확인 여부를 규명하기 위해서는 생체상태에서의 개체 확인이 필연적이며 이를 위해 개체 혈액형 분석기법을 동원하여 분석하였으나 정확도의 향상(정확도), 대단위 분석시료의 처리(대용량성) 및 정보의 표준화 용이성에 적합한 유전자 감식기법이 최근에 가장 강력한 수단으로 채택되고 있다.

나. 유전자 감식 기법의 활용 영역

한우의 친자확인 분석방법은 혈액형 분석과 DNA 감식기법을 통하여 분석되고 있으며 이러한 분석기법은 친자확인뿐만 아니라 분자수준에서의 개체 진위 확인을 위한 개체식별(농장내외 개체관리), 친자진위확인을 통한 혈통 정확도 분석에 활용되고(종축개량측면 혈통검증), 최근의 식품안전성과 관련하여 도체와 생체간의 동일성 분석을 통한 원산지 추적 검증에 활용되고 있다. 또한 한우육과 기타 품종의 육우육간의 구분을 위한 한우육 판별 바이오마커를 통한 육류 유통차별화 검증수단으로도 활용되고 있다.

2. 한우의 개체식별 분석체계 추진사례

가. 국내 한우 유전자분석 기술의 적용 체계
한우의 친자확인은 후대검정과 당대검정을



위해 각 개체별로 농협중앙회 가축개량사업소, 축산연구소, 한우개량농가육성사업 관리조합 등에서 검증을 실시하고 있으며 한우에 대한 생축(생산단계)과 도체(소비단계)간의 동일 개체 진위성 여부 분석과 한우 종모우 선발 적정성 및 유전적 다양성 분석을 통한 한우 집단 유전적 잠재성 확인 연구에 축산연구소, 축산물등급판정소 및 한국종축개량협회와 각 대학에서 참여하여 활발하게 이루어지고 있다.

나. 한우 개체식별을 위한 분석기술의 적용상 문제점

국내의 경우에는 혈통에 대한 혈액형 및 유전자감식 결과를 혈통기록부에 개체관련 정보와 함께 기록하여 혈통정확도를 위한 검증체계가 구축되어 있지 않으며 단지 검정(당대검정 및 후대검정)에 소요되는 후보종축의 친자확인 및 종축 개체 진위여부 확인을 위해 일시적으로 해당 사업 주관부서에서 추진하고 있는 실정이다.

3. 한우에 적용되고 있는 혈액형 및

유전자 감식기법의 개발 및 활용현황

가. 혈액형 분석기법

혈액내 단백질 유전자형이 개체마다 상이하고 혈청학적 응집반응이 개체별로 다양한 유전양식에 근거하여 개체를 식별하고 친자를 확인하는 방법으로 현재 국내에서는 가축개량사업

소에서 친자확인을 위한 기법에 유일하게 활용하고 있으나 대용량의 정보처리 능력 및 개체 식별과 친자확인 정확도면에서 유전자 분석기법보다 떨어지는 한계를 보이고 있다.

나. 유전자 감식기법

1) 품종구분을 위한 유전자 분석

본 분석기술은 품종이 가지는 고유유전자 표지를 통하여 순수품종을 구분하는 방법으로 현재 한우와 젃소의 경우 99.9%내외의 식별 신뢰를 보이고 있으나 교잡우의 경우(한우와 젃소)에는 순수한우와의 식별이 어렵고 더욱이 외래품종과 한우간의 식별에는 현실적으로 완벽한 식별이 불가능한 상황이다.

2) 한우 개체의 생체상에서의 유전능력 예측을 위한 분자 마커

지방대사 관련 후보유전자에 의한 PCR-RFLP 분석 활용(호주, 미국 등)

유전자 지문 양상에 의한 경제형질 연관성 표준지표에 의한 분석(국내 대학 등)

3) 유전자 지문에 의한 개체식별

본 기술은 최근의 대용량이며 신속처리가 가능한 자동분석기기의 등장으로 사람의 범주 수사용(친자확인, 개체식별)으로 활용되고 있으며 각 개체별 특정지역의 유전자표현 양상이 다양한 것에 근거하여 개체의 개체식별에 활용



되고 있으며 최근에는 대용량의 유전자 감식장비 및 기술의 진보로 혈액형 분석기법에서 유전자 감식기법으로 전환되는 추세이다.

4. 외국의 가축 개체식별 관련 유전자 분석체계

선진국의 경우 개체의 진위여부를 최종 검증함에 있어서 혈액형 중심의 분석체계를 확장하여 최근에는 DNA 수준에서의 개체식별 분석기법을 활용하고 있으며 이러한 분석기법의 정확도에 근거하여 혈통 정확도 확보수단을 넘어서 생산자에서 소비자까지 연계되는 meat moving chain의 추적 검증기법에까지 활용도를 확장시키고 있다. 영국의 경우 특정 브랜드의 원산지 추적을 위해 상용화 활용 중에 있는 것으로 보도된 바 있으며 싱가포르 및 일본의 몇몇 브랜드주체의 경우 원산지추적을 위해 도축 전에 시료(고기시료)를 냉동 보관한 후 유통과정의 일부 시료와 유전자 감식정보를 비교하는 방식의 원산지추적시스템에 활용하고 있으며 미국 및 호주에서도 이러한 분석기법을 통한 원산지 검증체계의 보안을 추진하고 있다. 이러한 과정에서 유전자 분석 주체는 기존의 혈통정확도 검증을 위해 업무를 수행해온 가축개량기관이 주도하고 있으며 위생 및 도축 관련 업무를 담당하는 기관과 정보의 공유체계를 유지하고 있다.

【일본】

일본의 경우에는 이원적 고비용 분석체계를 구축하여 활용 중이며 지역단위의 브랜드 주체를 중심으로 개체의 동일성 분석기법을 채택하여 안전성 확보를 위한 수단으로 추진하고 있다.

지역대학 및 관련 벤처기업 : 분석역할

지자체 : 정보 연계시스템 구축

※ 일본은 원산지 추적 검증을 위해 화우 유전자감식방법을 채택

【미국】

친자확인(젖소, 육우)검증을 통한 종축의 검정에 활용하고 있으며 분석기관으로 미국내 4개 대학이 지정되어 분석결과를 축종별 품종 등록협회에 전송하고 종축의 혈통기록 및 능력 검정 D/B와 함께 저장함으로써 종축의 진위 확인기초정보로 활용하고 있다.

실례로 2004년 미국에서 발생된 광우병 소를 개체식별 및 친자확인 분석을 통하여 캐나다로부터 유입된 소임을 증명하였다.

【유럽 : 프랑스, 덴마크, 네델란드】

국가주도로 이미 생산단계의 생축 및 소고기 물류단계까지의 meat moving chain에 대한 추적 시스템(방역, 개량, 위생적 통합시스템)이 구축 운영되고 있으며 원산지 추적에 대한 최종 검증체계의 보안을 위해 DNA 감식기

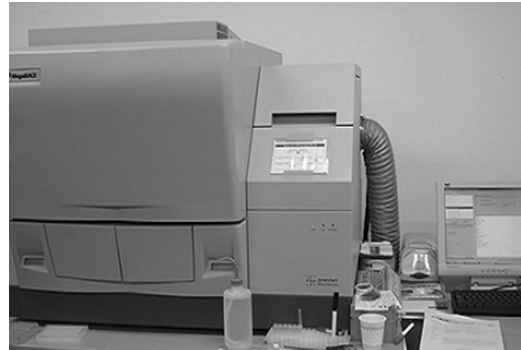
법을 체계화하고 이들 분석정보를 활용하는 단계로 진입하였다.

개체식별, 친자확인 및 도체와 생체간의 동일성 검증 등과 관련된 분석기법의 주체는 가축개량관련 연구부서에서 전담하고 국가시스템에의 활용을 위해서 표준화 및 체계화를 하기 위한 연구를 진행하고 있으며 원산지 추적과 관련된 시스템의 활용주체는 방역위생 관련 기관에서 주관하여 추진하고 있다.

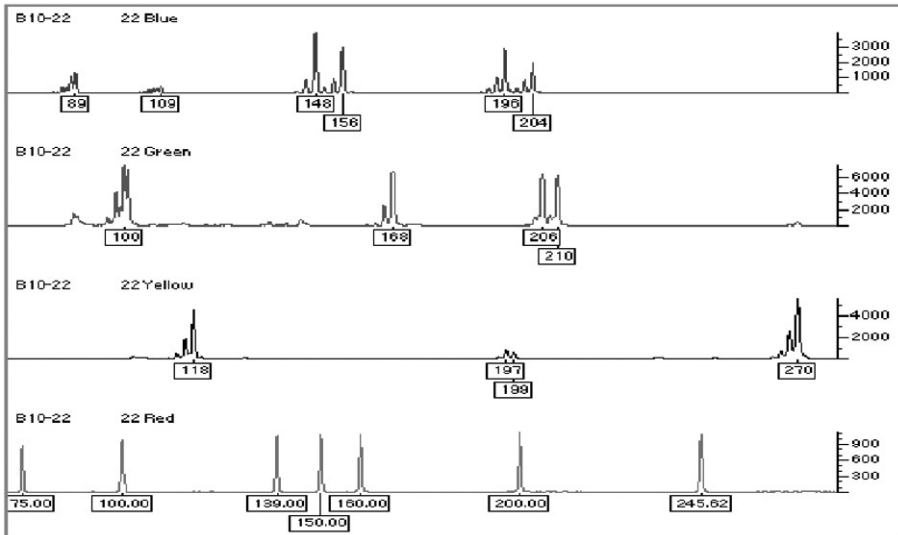
5. 한우의 유전자 감식방법

가. 농장내 각 개체별 채혈 DNA 분리 유전자형 분석(아날로그형 정보)

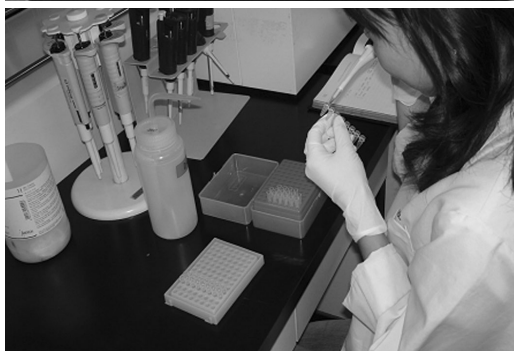
소의 유전체내에서 초위성체(Microsatellite) 지역내에서의 개체차이(염기배열)를 자동염기서열 분석장치(Auto-sequencer)를 이용하여



<그림 2> 자동유전자분석기기-유전자의 염기서열 분석과 유전자형 분석을 대량으로 실시가능



<그림 1> 유전 표지를 이용한 유전자 지문의 아날로그형 정보



〈그림 3〉 유전자 증폭기(PCR)와 시료처리 - 극소량의 유전자를 실험에 활용하기 위해 필요한 유전자 부위를 증폭하는데 사용

분석하는 방법을 활용한다.

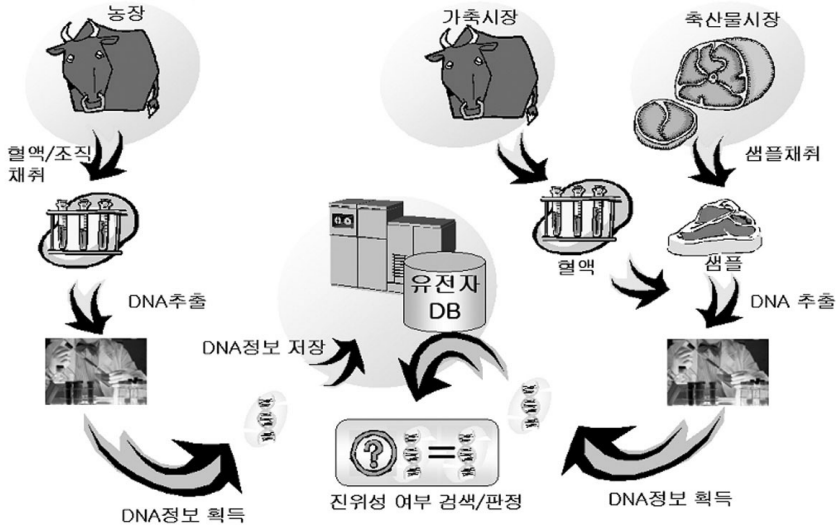
생물의 유전체는 유전자지역과 비유전자지역으로 구분되어 있는데 일반적으로 유전자지역내의 염기배열은 개체마다 변이가 거의 존재하지 않으며 비유전자지역(주로 초위성체 지역)에서는 개체마다의 염기배열이 다르게 되어 있다. 또한 이러한 초위성체 지역이 유전체내에 여러 지역에 분포하는데 이때 여러 지역의 각각의 다양한 염기배열 순서를 기준으로 개체를 식별할 수 있다.

따라서 몇 개 지역의 초위성체에 대한 염기배열을 확인하는가에 따라 개체식별 확률이 정해지는데 일반적으로 10~12개 지역의 초위성체지역에 대한 염기배열을 분석하여 개체식별을 실시한다.

〈표 1〉 소 DNA 감식에 주로 사용되는 초위성체 (Microsatellites marker) list의 예

Locus	Label	Locus	Label	Locus	Label
INRA063	FAM	ETH3	JOE	TGLA126	HEX
INRA005	FAM	BM2113	JOE	TGLA122	HEX
ETH225	FAM	BM1824	JOE	TGLA53	HEX
ILSTS005	FAM	HEL13	TAMRA	SPS115	HEX
HEL5	FAM	INRA037	TAMRA		
HEL1	FAM	BM1818	TAMRA		
INRA035	FAM	ILSTS006	TAMRA		
ETH152	FAM	MM12	TAMRA		
INRA023	JOE	CSRM60	TAMRA		
ETH10	JOE	ETH185	TAMRA		
HEL9	JOE	HAUT24	TAMRA		
CSSM66	JOE	HAUT27	HEX		
INRA032	JOE	TGLA227	HEX		

다. 개체바코드와 연계하여 D/B에 저장



<그림 4> 가축 유전자를 통한 DNA동일성 검사 과정

나. 유전자형 정보의 전환 : 염기크기인 디지털 정보로 전환하고 표준마커에 의한 프로파일 링크드로 전환한다.

도, 신속도 등의 확보를 위해 필수적인 요소라 할 수 있을 것이다.

6. 한우의 유전자감식 기술의 적용상의 문제점

가. 현 기술의 취약점

분석체계는 하나의 독립분석실 혹은 단위실 형식 차원에서 독자적으로 추진되는 것이 아니기 때문에 분석방법의 표준화와 각각의 품종에 적합한 마커를 개발, 적용, 분석함으로써 결과에 대한 지속적이며 제도적인 상호인증 등을 통해 국가 혹은 대학 및 관련기관, 단체간의 긴밀하고 체계적인 연계체계를 가지고 운영될 필요성이 있다. 이는 곧 분석결과의 신뢰도, 정확

나. 기술의 적용측면

현재 한우집단에서 발견되는 최적의 마커 체계의 설정과 광범위한 분석사례에 대한 조사가 전무한 실정에서 국가시스템의 신뢰성 측면의 취약성이 예측된다. 일본의 경우 10년 전부터 화우집단에서 발견되는 MS마커의 발현 특성을 광범위하게 연구조사 한 바 있으며 젓소의 친자확인 시스템을 보완하여 추가로 화우에 대한 발현양상을 확인하고 적절한 유전양식의 발현이 확인된 마커를 개발하여 화우 개체식별에 활용하고 있다.