

제1차년도
연구보고서

재래돼지의 유전자원 보존 및
농가소득원 개발사업에 관한 연구

1995년 12월 일

주관연구기관 : 건국대학교

농 립 수 산 부



제 출 문

농림수산부장관 귀하

본 보고서를 “재래돼지의 유전자원 보존 및 농가소득원 개발에 관한 연구”과제의 연차보고서로 제출합니다.

1995년 12월 일

주 관 연 구 기 관 명 : 건 국 대 학 교

총괄 연구개발 책임자 : 한 상 기

세 부 과 제 책 임 자 : 정 의 룡

연 구 원 : 이장형, 탁태영, 신유철,

변희대, 박승완, 김정설,

황선현, 장원경, 최재관,

이영창

요 약 서

I. 제목 : 재래돼지의 유전자원 보존 및 농가소득원 개발에 관한 연구

- 본 연구는 종자전쟁에 대비한 유전자원의 확보 및 그 활용방안을 모색하고자 첨단 과학기술을 이용하여 멸종위기에있는 한국 재래돼지의 확보 및 사양관리기술 체계의 확립으로 우리국민의 기호에 맞는 재래돼지 및 질병에 강한 재래돼지를 개발하여 산업화하므로서 UR협상에 대응하는 새로운 농가소득작목으로 활용하고자 한다.

II. 연구개발사업의 목적 및 중요성

가. 연구개발 사업의 목적

- 농업의 구조는 기후풍토 및 지리적조건은 물론 국가사회적 조건에 따라 변화됨.
- 최근 우리나라에서는 축산에 대한 개념의 변화로 재래가축의 중요성이 재 인식 되고 있음
- 최근 UR문제에 대응할 수 있는 고품질 및 차별화 축산물의 개발을 위해 재래돼지의 사육능가가 급증하고 있다.
- 그러나 현재 재래돼지는 멸종위기에 있으며, 농가에서 사육하고 있는 재래돼지는 외국품종과의 교잡종으로 순수혈통을 찾기가 힘들다.

- 따라서 본 연구는 재래돼지의 보존 및 그 유전자를 이용한 우수종돈의 대량생산 및 합리적인 사양관리 기술체계의 확립을 목적으로 한다.

나. 연구개발 사업의 중요성

- 재래돼지의 혈통확립을 위한 개체식별 및 부자감별법 확립.
- 육질 및 항병성등 경제형질에 관한 유전인자의 검색.
- 21세기 종자전쟁에 대비한 재래돼지의 유전자원 확보
- 첨단과학시대에 대비한 생물다양성 조사
- 재래돼지 우량계통의 대량생산체계 확립.
- 국제 경쟁력 확보를 위한 고품질의 차별화 품목 개발
- 경영합리화를 위한 재래돼지의 사양관리 기술체계 확립.

III. 연구개발사업의 내용 및 범위

- 재래돼지의 유전자를 분석하여 유전적 특성 파악.
 - · 현재사육중인 한국재래돼지의 유전자 구성 파악
 - 유전자확보,
 - 경제형질과의 상관관계에 관한 기초자료 확립
- 유전자 분석 기술을 이용한 개체식별 및 부자감별법 개발.
 - 근친교배 및 교잡화 방지
- 개발된 가축혈액형 분석기술에 의한 혈통등록체계 확립
 - 순수한 재래돼지의 혈통확립

○ 능력검정을 통한 우수개체의 선발

→ 우수한 계통의 종돈을 개발하고, 지속적인 종자공급을 위한

대량생산체계 확립

○ 사양관리체계의 확립 → 생산성 향상 및 합리적인 경영체계 수립

가. 제 1 세부과제 : 재래돼지의 사육현황 조사 및 외모형태적 특성 규명

○ 재래돼지의 사육현황 조사 - 사육농가수 및 두수, 사육환경

- 사료급여체계, 지역별 분포조사

○ 재래돼지의 외모형태적 특성 규명 - 외모형태적 특성 계통 수집

- 순수혈통의 외모 선발

- 성장단계별 체중 및 체형 조사

○ 재래돼지의 능력검정 - 경재형질에 대한 능력

일당 증체량

사료요구율

등지방 두께 측정

나. 제 2 세부과제 : 재래돼지의 유전적 특성 규명

○ 재래돼지의 유전자 분석

○ 개체식별 및 부자감별법 개발.

· 재래돼지의 혈구단백질 및 효소의 유전적다형현상 분석

- PGD, PHI, PGM, CA 및 Es-D좌위의 분석
- 재래돼지의 혈청단백질 및 효소의 유전적다형현상 분석
 - Tf, Cp, Pa, Hp, Am, Es, Akp, Sa2 및 Alb좌위의 분석
- 재래돼지의 유즙단백질의 다형현상분석
 - Casein 단백질 및 유청단백질의 분석
- 재래돼지의 DNA분석
 - RAPD, RFLP, DFP의 방법에 의해 DNA를 분석

IV. 연구개발사업결과 및 활용에 대한 건의

(제 1과제)

재래돼지의 사육현황 조사 및 외모형태적 특성을 구명하고자 제1차년도 연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

- 전국의 재래돼지 사육현황은 9개도시에 37개 시군에 사육분포되고 있으며, 전국의 사육농가수는 102농가로서 3,685두가 사육되고 있다.
- 재래돼지 사육규모별 사육농가 분포는 사육규모 30두 미만 농가가 63.8%이고, 사육규모별 사육두수 분포는 사육규모 50두 이상 농가가 전체사육두수의 68.4%를 차지하였다.
- 재래돼지의 외모형태적 특성 선발기준은 ①모색은 순흑색이고 ②얼굴은 세장돌출하고 ③귀는 전방을 향해 서 있으며 ④복부는 팽대하고 늘어지며 주름이 있고 ⑤엉덩이는 협소하고 빈약하며 경사가 저있다.
- 재래돼지의 외모형태적 특성중 모색에 따른 분류는 몸 전체가 흑색인 자돈이 81.4%이고, 얼굴모양이 세장돌출한 자돈이 65.6%로 가장 많았

다.

- 재래돼지의 성장단계별 발육은 생시가 0.95kg, 3주령이 4.26kg, 9주령이 8.3kg, 17주령이 24.7kg, 26주령이 50.0kg으로 개량종 보다 훨씬 작았다.

(제 2과제)

재래돼지의 유전적 특성을 구명하고자 제1차년도 연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

본 연구에서 분석된 한국 재래돼지의 유전적 다형현상의 성적과 개량종 및 아시아 재래돼지 품종간의 유전자빈도를 비교, 검토한 결과 9좌위중 Tf, Pi, Hp, PGD 및 Es-D좌위에서 만 유전자의 변이가 나타났으며 나머지 4좌위(Cp, Am, PHI, PGM)에서는 전혀 유전자의 변이가 없었다. 특히 Tf형에서 C유전자는 개량종에서는 전혀 존재하지 않고 아시아의 재래종에서만 나타나는 재래종 특유의 유전자인데 한국 재래종에서는 전혀 검출되지 않았다. 또한 Hp형에서 O유전자는 타 재래종에서는 전혀 없고 대만의 도원종에서만 나타나는 유전자인데 한국 재래종에서는 아주 높은 빈도로 나타났다.

Am좌위는 개량종 및 타 아시아의 재래종에서는 다양한 유전자의 변이를 나타내고 있으나 한국 재래종에서는 B유전자만 나타나고 전혀 변이가 없었다. Pi좌위의 B유전자는 개량종에서만 많이 존재하고 재래종 품종에서는 거의 없는 유전자인데 한국 재래종에서는 비교적 높은 숫자의 빈도를 나타내었다.

이상 1차년도의 분석 결과만으로 볼 때 한국 재래돼지는 근친교배에 의한 유전자의 homo화 및 타품종과의 교잡화가 진행되고 있음이 추찰된다. 그러나 이 성적은 현재 전국 조사중 그 일부이다. 따라서 2차년도의 연구를 계속 진행하여 전국적인 유전적 특성을 규명함으로써 멸종위기에 있는 재래돼지의 유전자원을 발굴하고 한국 고유의 특성을 가진 재래돼지의 유전자원을 보존할 수 있는 기초자료를 확립할 수 있다.

목 차

제1장 서론	8
제2장 재래돼지의 사육현황 조사 및 외모형태적 특성 규명	12
제1절 연구추진방법	12
제2절 연구결과 및 고찰	13
제3절 결론	24
제3장 재래돼지의 유전적 특성 규명	26
제1절 재료 및 방법	26
제2절 결과 및 고찰	29
제4장 적요	56
제5장 인용문헌	57

제1장. 서론

야생동물의 가축화 과정은 과거에는 농용동물을 중심으로 가축화되었으며 근대이후로는 이러한 가축종 특정한 품종을 대상으로 집약적인 육종개량이 실시되어 가축 유전적 변이의 다양성이 낮아지게 되어 미래 다양한 환경이나 질병에 대한 저항성이 낮아지는 위험성을 지니게 되었다.

또한 세계적으로 멸종되거나 멸종위기에 직면한 품종이 많아지고 야생원종이나 근연 야생동물의 유전적 다양성을 보존해야 할 필요성이 대두되어 1993년 12월 29일에 야생의 생태계나 환경의 파괴로 부터 야생동물이 급속히 멸종되는 것을 방지하기 위하여 지구상의 모든 생물에 관한 생태계, 종 및 유전자 등의 다양성을 보존 및 활용하기 위한 목적으로 “생물다양성 조약”이 발효되었다.

불과 수십년전만 하더라도 세계 각국에서의 재래 가축 보존은 주로 개인적 관심에 의해 소수의 개체만이 보존되었으며 이러한 것은 진정한 의미의 보존이라고 할 수 없다. 그러나 최근에 들어서 많은 국가 및 단체들이 재래 가축의 손실이 심각한 문제라는 것을 인식하게 되었고 그 주요 원인이 체계적인 보존 계획의 미비에 있다는 것을 주지하게 되면서부터 멸종 위기에 직면한 가축의 보존 활동이 활발히 전개되었다.

예를들어, 미국의 American Minor Breeds Conservancy(AMBC)는 희귀종의 동물 및 가축등의 보존에 목적을 둔 조직으로 지금까지 AMBC의 활동에 의해 많은 가축품종이 보존되었으며 이에 따른 보존의 중요성에 대한 인식, 역사적연구, 혈통분석, 혈액형분류 및 생물다양성과 같은 연구들이 수행되고 있다.

영국에서의 보존계획은 1973년에 Rare Breeds Survival Trust(RBST)에 의

해 멸종위기에 직면한 가축보존에 대한 연구 결과 영국에서 멸종된 가축은 없었으며 오히려 대부분의 가축 및 동물의수가 증가되었다.

이밖에도 프랑스, 독일, 캐나다, 네덜란드 및 오스트리아 등과 같은 Program for Genetic Conservation의 국제협의회에 참가한 대부분의 국가에서는 재래동물의 유전자원보존에 많은 노력을 경주하고 있다.

축산에 대한 개념은 사회적 여건에 따라 변화되는 것으로서 최근의 축산에 대한 개념은 양적인 것에서 질적인 것으로, 단순한 축산물의 생산에서 생리 활성 물질의 생산으로 변화되고 있다. 이러한 시대적 변화에 따라 최근 재래 가축의 중요성이 재인식되어 사육 두수 및 농가가 급증하고 있으며 이러한 현상은 종자 전쟁이라고 불리는 유전 자원 확보라는 측면에서 매우 다행스러운 일이다.

그러나 우리 나라의 재래 가축은 대부분이 외국 품종과의 교잡에 의해 그 순수성이 문란해져 멸종 위기에 직면하고 있다. 가축의 보존이란 전시적인 의미보다는 기능적 특성을 유지하도록 해야만 한다. 다시 말해서 숫자적 개념보다는 가축 집단이 가지고 있는 유전적 다양성을 보존해야만 한다.

이를 위해서는 무엇보다도 순수 혈통을 확립해야 한다. 즉 분자 유전 학적인 방법에 의해 재래돼지의 유전적 다양성을 분석하여 등록 제도를 확립하고 타 품종과의 비교 등에 의해 순수 재래돼지를 보존하고 우수한 개체를 널리 보급함으로써 UR문제에 근본적인 해결책인 우수한 종자 자원을 확보하게 되며 국제 경쟁력의 확보를 위한 새로운 농가 소득 증대 방안을 마련하게 될 수 있다.

가축의 혈액형에 관한 연구는 1900년도에 시작되어 지난 70여년간 급속한 발전을 거듭하여 소, 말, 돼지, 닭등의 가축을 중심으로 현재 많은 혈

액형 system이 분류되어 있다. 처음에는 좁은 의미의 혈액형이라고 할 수 있는 적혈구 항원형을 중심으로 분류가 진행되었으나 1955년 Smithies에 의해 starch gel 전기영동법이 개발된 이래 넓은 의미의 혈액형이라고 할 수 있는 혈청 및 적혈구중의 혈액 단백질 및 효소등의 유전적 변이에 대한 연구가 커다란 발전을 이룩하였다.

혈액 및 체액중의 단백질, 효소의 유전적 변이를 단백질 다형이라고 하며 또한 동일 효소에 존재하는 다형을 isozyme이라고 한다. 이러한 유전적 변이를 유전적 표지로 이용하는 혈통등록 및 친자감별등은 오늘날 가축의 육종 및 개량에 중요한 분야로서 활용되고 있다. 또한 말이나 돼지에 있어 양친의 혈액형 부적합에 의한 신생아용혈성질병, 닭의 B system과 조 직접합성 및 경제형질과의 상관관계에 대한 연구등에 유용하게 응용되고 있다.

돼지의 혈액형에 대한 연구는 1950년대 중반부터 본격적으로 시작되어 1960년대 까지 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N 및 O system이 검출되었으며 현재 ISAG(International society of Animal Genetics)를 중심으로 세계 각국의 연구소가 참여하는 비교등정 시험이 정기적으로 실시되고 있다.

혈청단백질의 다형현상에 관한 연구는 1960년 Tf형에 대한 최초의 보고 이후 Hp, Pa, Cp, Sa₂, Am, Alb, Acp, Es, Am-II등에 대한 변이가 보고 되었으며 적혈구 효소에 대한 연구는 1969년에 PGD에 대한 보고 이후 CA, PGM, GPD, Acp, Pep C, ADA등에 대한 변이가 보고되었다.

지금까지 우리나라의 재래가축의 보존 및 활용을 위한 목적으로 수행된 연구는 한우(한등, 1976, 1978, 1982^{A,B,C}, 1991, 1993, 1995), 말(한등, 1986, 1990, 1992, 1993, 1995), 돼지(1984) 및 기타 재래동물(1985,

1994)에 대한 연구가 진행되어 왔다.

따라서 본 연구는 재래돼지의 유전자원 보존 및 활용을 위한 목적으로 재래돼지의 사육현황조사, 외모형태적 특성 규명 및 유전적 특성을 분석하여 재래돼지의 순수혈통정립 및 타 품종과의 유전적 유연관계를 비교·분석하여 재래돼지의 보존 및 그 유전자원을 활용함으로써 농가소득원을 개발하기 위한 목적으로 본 연구를 실시하였다.

제2장. 재래돼지의 사육현황 조사 및 외모형태적 특성 규명

제 1절 연구추진방법

1. 재래돼지의 사육현황조사

재래돼지의 특징이 뚜렷하고 혈통이 비교적 순수하다고 판단되는 재래돼지 사육지역 및 농가에 대한 정보를 수집하여 재래돼지를 사육하는 농장을 직접 방문하여 사육현장을 확인하고 사육자와 면담을 실시하여 조사하였다.

재래돼지 사육에 대한 수집된 정보를 기초로 하여 지역별로는 도별, 시군별로 재래돼지 사육분포를 조사하였고 재래돼지의 외모형태, 사양관리 및 사료급여체계, 재래돼지의 구입 및 판매에 관한 내용을 종합적으로 조사하였다.

2. 재래돼지의 외모형태적 특성 규명

재래돼지의 순종복원을 위하여 고전문헌의 내용을 조사하여 재래돼지의 외모형태적 선발기준을 설정하고, 설정된 기준에 비교적 닮았다고 판단되는 재래돼지를 선발하여 모색(毛色)의 순수성과 얼굴형태의 균일성을 기준으로한 외모형태적 특성을 규명하고, 외모형태적 기준에 의해 선발된 개체를 계획교배를 실시하여 생산된 자손에서 균일한 개체를 다시 선발하는 방법으로 순수혈통을 고정하며, 재래돼지의 성장단계별로 체중의 변화 및 체형과 체위의 발달사항을 조사하였다.

3. 재래돼지의 능력검정

유전적으로 형질이 고정된 재래돼지의 경제형질에 대한 능력을 검정하여

재래돼지의 경제적 가치를 구명코자, 체중 25kg정도부터 90kg정도까지 균일한 환경조건, 사양관리조건, 사료조건 및 시설조건하에서 사육하면서 능력검정기간동안의 일당증체량, 사료요구율 및 등지방두께를 조사하였다.

제 2절 연구결과 및 고찰

1. 재래돼지의 사육현황 조사

가. 재래돼지의 지역별 사육현황

국내의 재래돼지를 사육하고 있는 지역과 농가를 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주도등 9개 도의 37개 시군의 사육현황을 조사하였다(표 1.)

재래돼지가 사육되고 있는 도별 및 시군별 현황은 경기도는 7개지역 12농가에 900여두가 사육되고 있으며, 축산기술연구소(수원시)가 포함되어 있으며, 연천군지역은 1군 1품목 시범사업으로 추진되고 있다. 강원도는 5개지역 16농가 524두 정도가 사육되고 있으며, 고성군, 정선군 및 철원군에서 재래돼지 시범사육을 실시하고 있다.

충북은 2개지역 2농가가 5두 정도를 농가에서 부업으로 사육되고 있었다. 충남은 6개지역 11농가 189두가 사육되고 있으며 보령시에서 재래돼지 시범사육이 되고 있었다. 전북은 3개지역 8농가 162두 정도가 사육되고 있으며 장수군에서 시범사육되고 있었다.

전남은 진도군에서 3농가 정도가 사육되고 있으나 섬지역에 자생으로 분포된 지역이다. 경북은 4개지역 4농가 86두 정도가 사육되고 있으나 김천시에서는 지레돈 재현사업이 추진되고 있었다. 경남은 6개지역 41농가에 1,307두로 가장 많이 사육되고 있었으며, 이는 함천군과 산청군 및 함양

군에서 1군 1품목 사업으로 지정하여 수행되고 있었다. 제주도는 3개지역 5농가 232두가 사육되고 있는 것으로 조사되었으나 보다 더 많은 사육두수가 있을것으로 사료되며, 제주축산진흥원도 포함되어 있다.

전국적으로 조사된 재래돼지의 사육현황은 9개도시의 37개 시군지역에서 사육되고 있었으며 사육농가는 102농가로서 전체 조사두수는 3,685두(1995년 10월 말 현재)였으며 조사되지 않은 농가와 사육두수가 있을 것으로 생각된다.

재래돼지가 가장 많이 사육되고 있는 지역은 경상남도로서 6개 시군 41농가에 1,307두였으며 다음은 경기도(7개 시군 12농가 900두), 강원도(5개 시군 16농가 524두)의 순이었다.

(1) 재래돼지의 사육현황 조사

(가) 도별 및 시군별 재래돼지 사육현황(표 1.)

도별	시군별	사육농가수	사육두수	비고
경기도	수원시	1	130	
	연천군	1	296	
	가평군	3	131	
	양평군	3	11	
	용인군	2	290	
	안성군	1	6	
	강화군	1	36	
소계	7	12	900	

도별	시군별	사육능가수	사육두수	비고
강원도	춘천시	1	15	
	정선군	1	32	
	철원군	2	59	
	화천군	4	243	
	고성군	8	175	
소계	5	16	524	
충북	영동군	1	2	
	괴산군	1	3	
소계	2	2	5	
충남	천안시	2	25	
	공주시	2	36	
	보령시	4	101	
	청양군	1	3	
	홍성군	1	9	
	당진군	1	15	
소계	6	11	189	
전북	정읍시	1	14	
	장수군	6	143	
	부안군	1	5	
소계	3	8	162	
전남	진도군	3	28	
소계	1	3	28	

도별	시군별	사육농가수	사육두수	비고
경북	대구시	1	5	
	포항시	1	7	
	김천시	1	59	
	상주시	1	15	
소계	4	4	86	
경남	진주시	1	11	
	밀양시	7	252	
	산청군	12	320	
	함양군	5	188	
	거창군	2	6	
	합천군	14	530	
소계	6	41	1,307	
제주도	제주시	1	52	
	서귀포시	2	150	
	남제주군	2	30	
소계	3	5	232	
계	37	102	3,685	

나. 재래돼지의 사육규모별 사육농가 분포

전국의 재래돼지 사육농가에서 사육되고 있는 재래돼지는 사육규모별로

10두 미만, 10~30두, 30~50두, 50~100두, 100두 이상으로 구분하여 사육 규모별 농가수의 분포비율을 조사하였다(표 2.)

재래돼지 사육규모별 농가수의 분포는 10두 미만규모의 사육농가수가 전체의 31.4%, 10~30두 규모의 사육농가수가 32.4%로서 30두 미만 사육농가가 63.8%로서 가장 많았다.

30~50두 규모의 사육농가는 11.7%, 50~100두 규모의 사육농가수는 14.7%였으며 100두 이상 규모의 사육농가는 9.8%였다. 또한 100두 이상 규모를 사육하고 있는 농가는 축산기술연구소, 강원도 고성군, 경남 합천군, 산청군 등으로서 재래돼지 순종복원 연구기관 또는 1군 1품목 시범사업지역이 대부분이었다.

도별로 사육농가수의 분포는 경남지역이 40.2%로 가장 많았고, 다음은 강원도 15.7%, 경기도 11.8%, 충남 10.8%의 순이었다.

표 2. 재래돼지 사육규모별 사육농가 분포

시도별	사육농가수	사육규모별 농가수(농가)					분포 (%)
		10두 미만	10~30두	30~50두	50~100두	100두 이상	
경기	12	7		1		4	11.8
강원	16	5	4	2	4	1	15.7
충북	2	2					1.9
충남	11	3	7		1		10.8
전북	8	2	4	1	1		7.8
전남	3				1	2	2.9
경북	4	2	1		1		3.9
경남	41	11	15	7	6	2	40.2
제주도	5		2	1	1	1	4.9
계	102	32	33	12	15	10	
분포비율	100	31.4	32.4	11.7	14.7	9.8	

다. 재래돼지 사육규모별 사육두수 분포

전국의 재래돼지의 사육두수를 사육규모 10두 미만, 10~30두, 30~50두, 50~100두, 100두 이상으로 구분하여 사육규모별로 사육두수의 분포비율을 조사하였다(표 3.)

재래돼지의 사육규모별로 조사된 사육두수의 분포는 10두 미만 규모에 해당되는 두수가 전체의 4.0%에 불과하였으며, 10~30두 규모의 사육두수는 15.1%, 30~50두 규모의 사육두수는 12.4%였으며 50~100두 규모의 사육두수 분포는 26.2%이었고 100두 이상 규모에 해당되는 사육두수의 분포는 42.2%로서 전체사육두수중 50두 규모 이상 농가에서 사육되는 재래돼지가 전체의 68.4%정도를 차지하고 있었다.

도별로 사육두수의 분포는 경남지역이 35.5%로 가장 많았고 다음은 경기도 24.4%, 강원도가 14.2%의 순서이었다.

표 3. 재래돼지의 사육규모별 사육두수 분포

시도별	사육두수	사육규모별 사육두수(두)					분포 (%)
		10두 미만	10~30두	30~50두	50~100두	100두 이상	
경기	900	27		36		837	24.42
강원	524	21	58	72	262	111	14.21
충북	5	5					0.14
충남	189	14	101		74		5.13
전북	162	7	59	33	63		4.40
전남	280				60	220	7.60
경북	86	12	15		59		2.30
경남	1,307	61	296	284	398	268	35.5
제주도	232		28	32	52	120	6.30
계	3,685	147	557	457	968	1,556	
분포비율	100	4.0	15.1	12.4	26.2	42.2	

2. 재래돼지의 외모형태적 특성 규명

가. 재래돼지의 외모형태적 기준 설정

현재 사육되고 있는 재래돼지는 거의 멸종위기에 있던 것을 수집하여 증식 보급된 것으로 유전적으로 순종화가 되어있지 않은 교잡종 상태의 외모형태를 가진 개체들이 많아서 재래돼지의 순종혈통의 복원 및 균일성을 제고하기 위해서는 먼저 외모형태적 기준의 설정이 시급한 과제이다.

재래돼지의 외모형태적 기준 설정을 위해서는 「조선농업 편람」, 「조선농업론」 및 「조선농업년감」 등의 고전문헌을 참고하여 재래돼지의 외모형태에 대한 기술내용을 조사하여 기준설정에 참고하였다.

재래돼지의 외모형태적 특성에 따른 선발기준은 ①재래돼지의 털색깔(毛色)은 몸 전체가 완전한 흑색(검정색)이고, 털은 거칠은 조강모(組剛毛)이며 ②얼굴(입과 코부위)의 모양은 가늘고 길어 세장돌출하고, 이마에 세로주름이 있으며, 코끝(비경)은 좁으며 흑색이고 ③귀는 작고 전방을 향해서 있으며 심하게 늘어지지 않으며 ④복부(배부위)는 팽대하고 배가 처지고 늘어져 있으며 등선(등어리)은 처진상태이며, 옆구리에 세로주름이 있고 ⑤엉덩이(둔부)는 협소하고 빈약하며 꼬리부분을 향하여 경사가 져있다.

재래돼지를 선발하는 기준에서 탈락대상이 되는 조건으로는 ①몸 전체에 흰색털의 반점이 있는것 ②얼굴모양이 버크샤종의 얼굴처럼 오목하고 째거나 비경끝에 백색 반점이 나타나는 것 ③얼굴 모양이 멧돼지의 얼굴처럼 심하게 길거나 어깨와 등어리 부위에 갈기털이 있거나 털색깔이 갈색 또는 희흑색을 나타내거나 희흑색 반점을 나타내는 것은 선발에서 탈락시켰다.

나. 재래돼지의 외모형태에 따른 분류

1) 재래돼지의 모색에 따른 분류

재래돼지의 순종선발 과정에서 가장 중요한 외모형태인 모색(털색깔)에 따른 분류를 한 결과는 다음과 같다(표 4).

표 4. 재래돼지 부모의 모색에 따른 자돈의 모색출현율

부모의 모색		생산자돈의 모색에 따른 분류			
부	모	순흑색	백모산재	백반출현	계
백모산재	백모산재	4	1	1	6
"	"	4	-	-	4
"	순흑색	4	-	-	4
순흑색	"	8	-	-	8
"	"	3	-	1	4
"	"	3	4	-	7
"	백모산재	7	1	-	8
백모산재	"	5	-	1	6
"	순흑색	5	-	1	6
"	백모산재	5	1	-	6
계		48	7	4	59
모색분포 비율(%)		81.4	11.9	6.8	100

재래돼지 부와 모의 모색(털색깔)에 따라 교배하여 생산된 자돈의 털색깔은 순흑색, 백모산재, 백반출현등으로 다양하게 출현되었으며 부모의 모색이 순흑색, 백모산재인 경우와 부모의 모색이 모두 백모산재인 경우에도 자돈의 모색은 순흑색의 생산자돈수가 많았으나 백모산재, 백반출현자돈도 생산되었다.

자돈의 모색은 순흑색 자돈의 생산이 81.4%였고 백모산재가 11.9%, 백반출현이 6.8%였으나 자돈중에서 백모산재 및 백반출현개체는 선발에서 제

외하였다.

2) 재래돼지의 얼굴형태에 따른 분류

재래돼지의 얼굴형태가 선발기준에 설정된 모양인 세장돌출(가늘고 긴것) 모양을 한 것과 얼굴모양이 도태대상인 오목하고 짧으며 비경끝에 백색반 점이 있는 모양을 기준으로 하여 분류한 결과는 표 5.와 같다.

표 5. 재래돼지 부모의 얼굴형태에 따른 자돈의 얼굴형태 출현율

부모의 얼굴형태		생산자돈의 얼굴형태에 따른 분류				
부	모	세장돌출	만곡짧음	세장백반	만곡백반	계
세장돌출	세장돌출	5	-	1	-	6
"	만곡짧음	3	2	1	-	6
"	세장돌출	-	4	-	-	4
"	만곡짧음	4	3	-	1	8
"	세장돌출	4	-	-	-	4
"	"	6	1	-	-	7
만곡짧음	"	6	2	-	-	8
세장돌출	"	2	2	2	-	6
"	"	6	-	-	-	6
계		36	14	4	1	55
얼굴형태 비율(%)		65.5	25.5	7.3	1.8	100

재래돼지의 부와 모의 얼굴형태에 따라 교배하여 생산된 자돈의 얼굴형태는 세장돌출(얼굴모양이 가늘고 길며 비경이 흑색인것), 만곡짧음(얼굴모양이 오목하고 짧으며 비경이 흑색인것), 세장백반(얼굴모양이 가늘고 길며 비경에 백반이 있는것), 만곡백반(얼굴모양이 오목하고 짧으며 비경에 백반이 있는것)인 얼굴형태가 다양하게 조사되었다.

재래돼지 부모의 얼굴형태가 세장돌출인 것 끼리의 교배에서도 만곡짧으
 및 세장백반의 형태가 출현되었으며 부모의 얼굴형태가 세장돌출 및 만곡
 짧음인 것 끼리의 교배에서도 세장돌출의 자돈이 많은 비율로 출현되었
 다.

자돈의 얼굴형태의 출현비율을 보면 세장돌출의 얼굴형태가 65.5%로 가
 장 많았고 만곡짧음의 얼굴형태가 25.5%로 나타났는데 이는 아직도 현재
 사육되고 있는 재래돼지의 혈액중에는 버크샤종의 피가 많이 교잡되어 있
 음을 입증해주는 것으로 판단된다.

또한 세장백반은 7.3%, 만곡백반은 1.8%로 낮게 나타났다.

다. 재래돼지의 성장단계별 발육특성

재래돼지의 성장단계별(생후 일령별) 체중의 변화와 체장의 변화를 조사
 하였으며, 개량종인 라지화이트종의 체중 및 체장과 비교한 결과는 표 6.
 에서 보는 바와 같다.

표 6. 재래돼지와 라지화이트종의 성장단계별 발육비교

기간	체중(kg)		체장(cm)	
	재래돼지	라지화이트	재래돼지	라지화이트
생시	0.95	1.43	22.2	26.4
3주령	4.26	7.07	31.0	37.8
6주령	4.28	12.2	36.2	53.0
9주령	8.3	20.7	44.9	59.8
11주령	13.8	32.8	56.5	72.9
17주령	24.7	60.0	72.4	90.8
23주령	34.7	82.1	82.8	108.5
26주령	50.0	97.8	87.0	112.6

재래돼지의 생시체중은 0.95kg으로서 라지화이트종의 1.43kg보다 작았으며, 포유기간동안 모돈의 젖생산량을 자돈의 발육으로서 간접적으로 판단하는 생후 21일(3주령)체중은 4.26kg으로 라지화이트 7.07kg보다 훨씬 작았으며, 생후 일령이 경과함에 따라 성장단계별 재래돼지의 발육은 개량종에 비하여 훨씬 작았다.

개량종에서 비육돈의 출하체중을 100kg으로 보았을때 소요일수가 26주(182일)정도가 소요되었으나 재래돼지는 26주령에 체중이 50kg정도 밖에 도달하지 못하였다.

재래돼지의 체형인 체장도 개량종인 라지화이트보다 생시 및 성장단계별로 월등히 작았음을 알 수 있었고 성돈이 되는 단계인 26주령에 개량종인 라지화이트는 112.6cm이었으나 재래돼지는 87.0cm정도로 매우 짧았다.

3. 재래돼지의 능력검정

재래돼지의 능력검정은 외모형태적 및 유전적으로 형질이 고정된 자돈을 생산하여 육성기간 동안에 경제형질을 기준으로 하여 경제적 가치를 구명코자 실시할 계획으로 재래돼지 번식돈 10두에 종부를 실시하여 임신중에 있으며, '96년 3월~4월경에 자돈을 분만할 계획이며 체중 25kg부터 90kg까지 성장하는 동안의 발육과 사료요구율 및 등지방층을 조사할 계획이다.

제 3절 결론

재래돼지의 유전자원을 발굴하여 한국고유의 특성을 지닌 재래돼지 유전자원 개발로 21세기의 종자전쟁에 대비하고 WTO체제에 따른 외국축산물 수입개방에 대응할 수 있는 새로운 농가소득자원을 개발하기 위하여 전국에 사육되고 있는 재래돼지의 사육현황을 조사하고 재래돼지의 외모형태적 특성과 능력검정을 통한 재래돼지의 고유특성을 구명하고자 존 연구를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 전국에 사육되고 있는 재래돼지의 사육현황은 9개 도에서 37개 시군에 걸쳐 사육되고 있으며, 전국의 사육농가는 102농가로서 전체사육두수는 3,685두 였다.

재래돼지가 가장 많이 사육되고 있는 지역은 경상남도로서 6개 시군 41농가에 1,307두이었고 다음은 경기도(7개 시군 12농가 900두), 강원도(5개 시군 16농가 524두)의 순서이었다.

2. 재래돼지의 사육규모별 사육농가 분포는 사육규모 30두 미만 농가가 63.8%로 대부분의 농가가 포함되어 있는 반면에 재래돼지 사육규모별 사육두수의 분포는 사육규모 50두 이상규모의 농가에서 사육되고 있는 두수가 전체사육두수의 68.4%를 차지하였다.

3. 재래돼지의 외모형태적 특성에 따른 선발기준은

① 모색은 순흑색이며 털은 조강모이며, ② 얼굴모양은 세장돌출하고 비경에 백색반점이 없고 이마에 세로주름이 있으며, ③귀는 작고 전방을 향해 서 있으며, ④복부는 팽대하고 처지며 옆구리에 세로주름이 있고, ⑤엉덩이는 협소하고 빈약하며 경사가 저있는 것을 재래돼지 선발

의 기준으로 설정하였다.

4. 재래돼지의 외형태중 모색에 따른 분류는 몸전체가 순흑색인 자돈의 출현율이 81.4%이었고, 얼굴형태에 따른 분류는 얼굴이 세장돌출한 자돈의 출현율이 65.5%로 가장 많았다.

5. 재래돼지의 성장단계별 발육은 생시체중이 0.95kg, 3주령이 4.26kg, 9주령이 8.3kg, 17주령이 24.7kg, 26주령이 50.0kg으로서 개량종인 라지화이트종보다 훨씬 작았다.

재래돼지의 체형인 체장도 개량종인 라지화이트종보다 생시 및 성장단계별로 월등히 짧았다.

6. 재래돼지 능력검정을 위한 자돈 생산을 위해 번식돈 10두를 임신하였으며 1996년 3~4월경에 분만예정이다.

제3장 재래돼지의 유전적 특성 규명

제1절. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 분석실험에 이용된 재래돼지는 조사1지역(Group 1), 조사2지역(Group 2) 및 조사3지역(Group 3)에서 사육중인 재래돼지의 경정맥으로부터 20ml의 혈액을 채취하여 일반적인 방법에 의해 혈청 및 혈구를 분리하여 -70℃에 냉동보존하여 공시재료로 사용하였다.

유즙의 채취는 포유중인 돼지로 부터 2~3ml의 유즙을 채취하여 원심분리에 의해 지방을 제거한 후 -70℃에 냉동 보존하여 공시재료로 사용하였다.

DNA의 정제는 Sambrook등(1989)의 방법에 준하여 실시하였다.

2. 실험방법

가. 혈액 단백질 및 효소의 분석

재래돼지의 혈액 단백질 및 효소의 분석을 위하여 SGE(starch gel electrophoresis)와 PAGE(polyacrylamide gel electrophoresis)를 실시하였으며, 분석을 위하여 사용된 buffer system은 Table 1.에 나타낸 바와 같다.

Table 1. Electrophoretic buffer systems of serum and RBC proteins in pigs

Locus	Electrode buffer	Gel buffer	Condition	Reference
PGD	0.155M Tris			
PGM	0.043M Citric acid	16times dilution	10V/cm	Oishi et.al.
PHI	pH 7.8		3.5hr	(1991)
Es-D				
CA	0.3M H ₃ BO ₃ 0.1M NaOH pH 8.7	0.014M Tris 0.004M Citric acid pH 7.5	165V 30min 350V 3~4hr	Tanis et.al. (1970)
Tf	0.065M Tris-Borate pH 9.0	0.1875M Tris-Citrate pH 9.0	Constant 60mA	Juneja & Gahne
Pi			4~5hr	(1981)
Hp	0.3M H ₃ BO ₃	0.021M Tris	200V 30min	Oishi et.al.
Am	0.1M NaOH	0.018M HCl	350V 3~4hr	(1991)
Cp	pH 8.7	pH 7.4		

나. 돼지의 유즙단백질의 분석

돼지의 유즙단백질중 Post-Lg, β -Lg 및 β -Cn을 분석하였으며 분석에 이용된 buffer system은 Table 2.에 나타낸 바와 같다.

Table 2. Electrophoretic buffer systems of milk proteins in pigs

Milk protein	Electrode buffer	Gel buffer	Condition	Reference
Post-Lg	0.1M LiOH 0.38M H ₃ BO ₃ pH 8.5	0.016M Tris 0.003M Citric acid pH 8.0	Constant 160V 6hr	Bell et.al. (1981)
β -Lg	19.5g Na ₂ HPO ₄ 21g KH ₂ PO ₄ pH 7.8	20times dilution of electrode buffer	Constant 130V 4.5~5hr	Bell et. al. (1981)
β -Cn	30ml Formic acid 120ml Acetic acid pH 1.7	same as electrode buffer	20mA 15~17hr	Han et.al. (1991)

제2절. 결과 및 고찰

1. 혈구단백질 및 효소의 유전적 다형현상

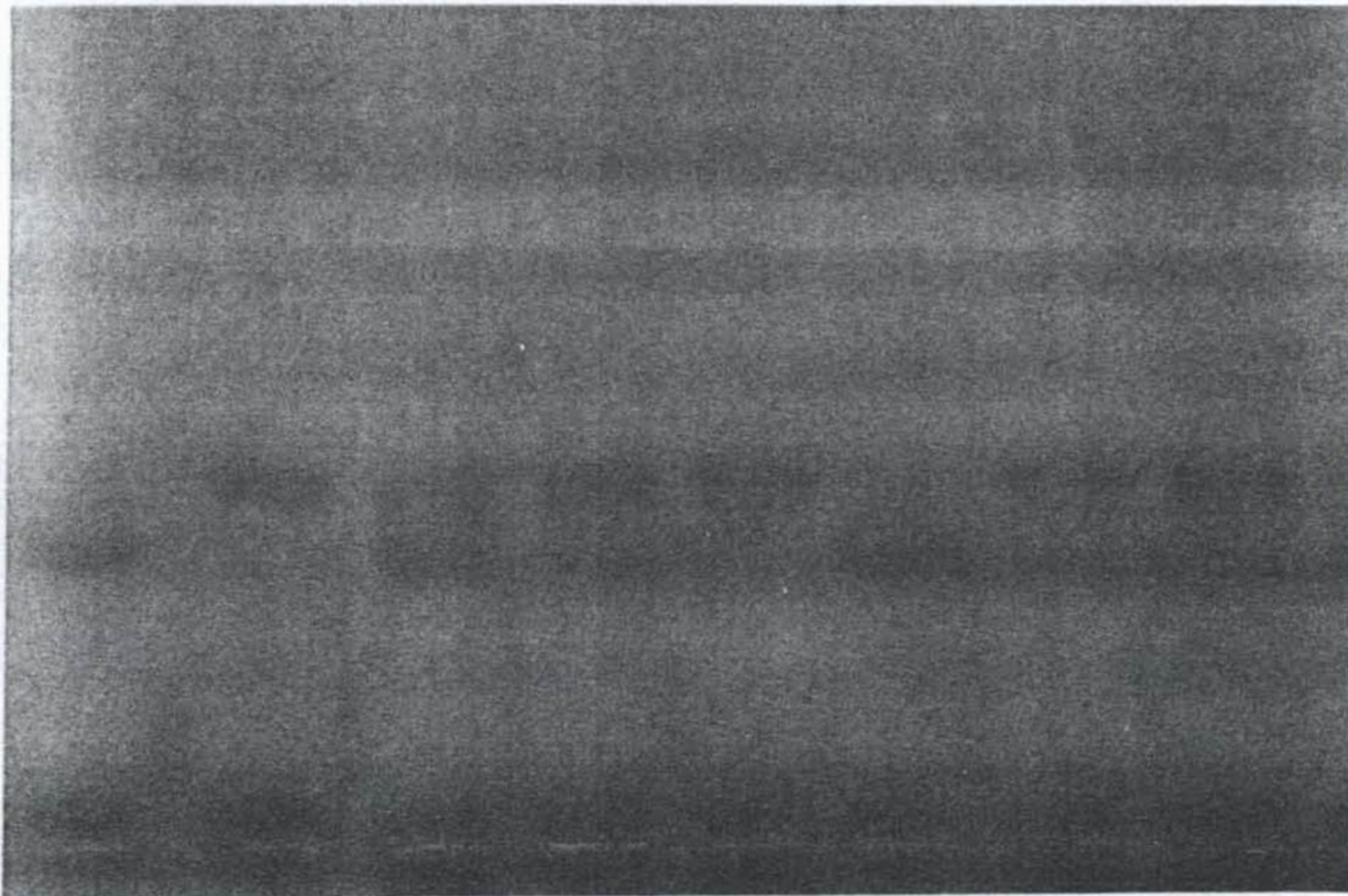
가. 6-Phosphogluconate dehydrogenase(PGD)좌위의 유전적 다형현상
 Starch gel electrophoresis(SGE)에 의해 혈구 PGD효소좌위를 분석한 전기영동상은 Fig.1에서와 같다. AA와 BB homo형은 하나의 band로 검출되었으며 AB hetero형은 3개의 band를 소유한 형태로 분석되었다. 각 집단별 표현형 출현빈도 및 유전자빈도는 Table 3.에서와 같다.

Table 3. Phenotype and gene frequencies of PGD locus in Korean native pigs

Class	n	Phenotype			Gene		X ² - Test		
		AA	AB	BB	A	B	X ²	df	P
Group 1	49	42 (42.25)*	7 (6.50)	0 (0.25)	.9286	.0714	.2899	2	.90>P>.80
Group 2	26	20 (20.35)	6 (5.31)	0 (0.34)	.8846	.1154	.4423	2	.90>P>.80
Group 3	95	52 (49.39)	33 (38.22)	10 (7.39)	.7211	.2789	2.5520	2	.30>P>.20
Total	170	114 (110.40)	46 (53.19)	10 (6.41)	.8059	.1941	3.1050	2	.30>P>.20

* Figures within parenthesis are the expected number.

B A AB A A B A A



PGD

B A AB A A B A A

Fig. 1. Electrophoregram of PGD isozyme phenotypes in native pigs

조사1지역(Group 1)의 경우 PGD-AA형이 42(85.7%)두의 높은 출현율을 나타내었으며 PGD-AB형은 7(14.3%)두의 낮은 출현율을 나타내었으나 PGD-BB형은 검출되지 않았다. 조사2지역(Group 2)의 경우에도 PGD-AA형이 20(76.9%)두의 높은 출현율을 나타내었고 PGD-AB형은 6(23.1%)두의 출현율을 나타낸 반면에 PGD-BB형은 확인되지 않았다.

그러나 조사3지역(Group 3)의 경우 PGD-AA형이 52(54.7%)두의 출현율을 나타내었고 PGD-AB형이 33(34.73%)두의 출현율을 나타내었으며 다른 지역에서는 검출되지 않은 PGD-BB형이 10(10.52%)두 검출되어 지역간의 차이를 나타내었다.

유전자빈도에 있어서는 조사1지역의 경우 PGD^A 유전자가 0.9286으로서 PGD^B 유전자의 0.0714 보다 높은 빈도를 나타내었으며 조사2지역에서도 PGD^A 유전자가 0.8846의 높은 빈도를 나타내었다. 그러나 조사3지역의 경우에는 PGD^A 유전자가 0.7211, PGD^B 유전자가 0.2789로서 다른 지역에 비해 PGD^B 유전자의 빈도가 매우 높은 결과를 나타내었다. 이를 종합한 결과는 PGD^A 유전자가 0.8059의 높은 빈도를 나타내었으며 PGD^B 유전자는 0.1941의 낮은 빈도를 나타내었다.

Oishi등(1991)은 개량종인 Landrace, Large White, Duroc 및 Hampshire종의 PGD^A 유전자빈도가 각각 0.521, 0.734, 0.173 및 0.944로서 Duroc을 제외한 모든 품종에서 PGD^A 유전자가 높은 빈도를 나타낸다고 보고하였으며 중국의 재래종인 Meishan, Jinhua, Taoyuan, Short-ear 및 Ohmini의 분석 결과는 PGD^A 유전자빈도가 각각 0.891, 1.000, 0.933, 0.658 및 0.963이었다고 보고하였다. 또한 Tanaka등(1984)은 인도네시아 재래종인 Karo, Natak, Toraja, Bali 및 필리핀의 재래종에서의 PGD^A 유전자빈도가 각각 0.717, 0.871, 0.931, 0.708 및 0.925라고

보고하였다. 이러한 결과는 동아시아지역의 재래돼지와 동일하게 PGD⁺ 유전자가 높은 빈도를 나타내었다.

나. Carbonic anhydrase(CA)좌위의 유전적 다형현상

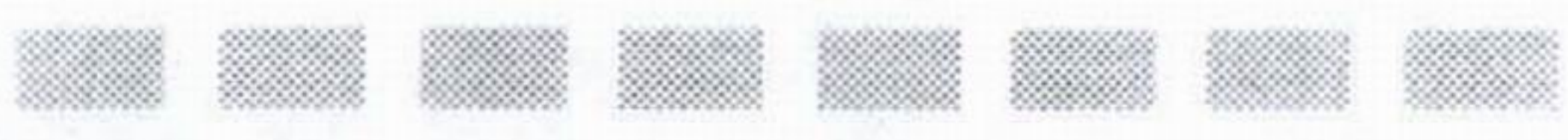
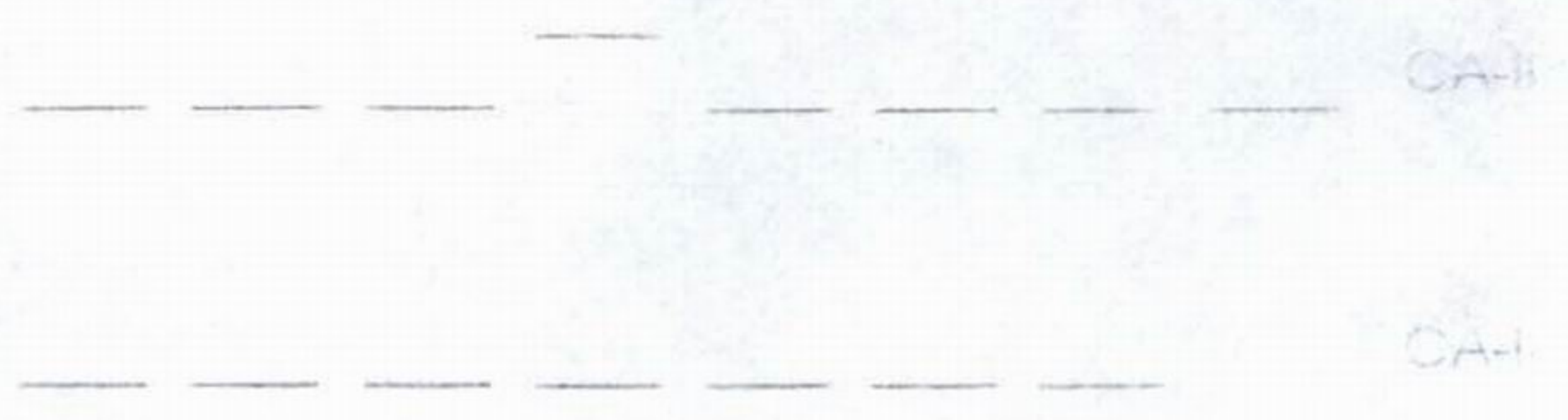
SGE에 의해 분석된 혈구 CA효소좌위에 대한 분석결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 BB homo형은 하나의 band형태로 분석되었으며 AB hetero형은 2개의 흐린 band형태로 분석되었다.

각 집단별 표현형 출현빈도 및 유전자빈도는 Table 4.에 나타내었다.

Table 4. Phenotype and gene frequencies of CA locus in Korean native pig

Class	n	Phenotype			Gene		X ² - Test		
		frequency			frequency		X ²	df	P
		AA	AB	BB	A	B			
Group 1	52	0 (.48)*	10 (9.04)	42 (42.48)	.0962	.9038	0.5885	2	.80>P>.70
Group 2	30	0 (.13)	4 (3.73)	26 (26.14)	.0667	.9333	0.1531	2	.95>P>.90
Group 3	90	0 (.28)	10 (9.44)	80 (80.28)	.0556	.9444	0.3112	2	.90>P>.80
Total	172	0 (.84)	24 (22.33)	148 (148.83)	.0698	.9302	.9675	2	.70>P>.50

* Figures within parenthesis are the expected number.



B	B	B	AB	B	B	B	B	CA-II
B	B	B	B	B	B	B	AB	CA-I

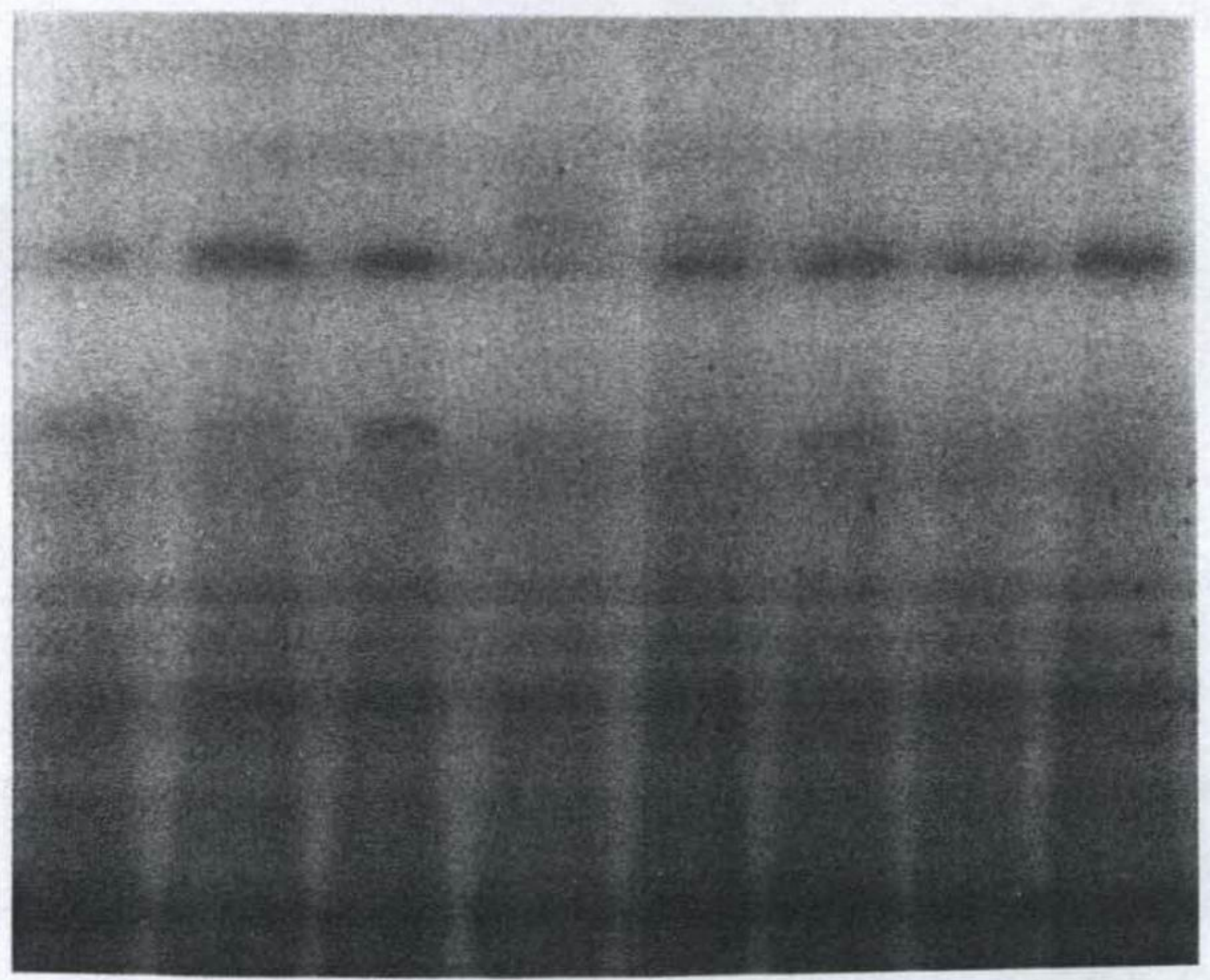


Fig. 2. Electrophoregram of CA isozyme phenotypes in native pigs

Table 4.에서 보는 바와 같이 조사1지역의 경우 CA-AA형은 검출되지 않았으며 CA-AB 및 CA-BB표현형은 각각 10(19.23%)두와 42(80.77%)두의 출현율을 나타내었다. 또한 조사2지역의 경우는 조사1지역과 마찬가지로 CA-AA형은 검출되지 않았으며 CA-AB형이 4(13.33%)두, CA-BB형이 26(86.67%)두의 출현율을 나타내어 두 지역간의 유사한 결과를 나타내었다. 또한 조사3지역에서도 CA-AA형은 검출되지 않았으며, CA-BB형이 80(88.89%)두로서 높은 출현율을 나타내었으며 CA-AB형은 10(11.11%)두의 낮은 출현율을 나타내었다. 이를 종합한 결과는 CA-BB형이 148(86.05%)두의 높은 출현율을 나타내었으며 CA-AB형은 24(13.95%)두의 낮은 출현율을 나타내었다.

유전자 빈도에 있어서는 CA^B유전자가 조사1지역, 조사2지역 및 조사3지역 지역에서 각각 0.9038, 0.9333 및 0.9444의 높은 빈도를 나타내었으며 CA^A유전자는 각각 0.0962, 0.0667 및 0.0556의 낮은 빈도를 나타내었다. 이를 종합한 결과는 CA^B유전자가 0.9302의 높은 빈도를 나타낸 반면에 CA^A유전자는 0.0698의 낮은 빈도를 나타내었다.

또한 CA-I보다 빠른 이동도를 갖는 CA-II(가칭)에서도 Fig. 2에서 보는 바와 같이 유전적 변이가 검출되었다. CA-II좌위는 조사1지역 및 조사2지역에서는 모두가 CA-BB형만이 검출되었으나 조사3지역에서는 CA-AA형이 3두 CA-AB형이 4두 검출되었으며 CA-BB형은 83두가 검출되었다.

지금까지 보고된 돼지의 CA좌위에 대한 연구는 Tanis등(1970) 및 Kloster등(1970)의 단편적인 보고가 있을 뿐이며 본 연구에 의해 검출된 CA-I 및 CA-II에 대한 세밀한 연구가 요구된다.

다. Esterase-D(Es-D)효소좌위의 유전적 다형현상

SGE에 의해 분석된 Esterase-D(Es-D)효소좌위의 전기영동상은 Fig. 3에서 보는 바와 같다. UV하에서 관찰된 Es-D의 표현형은 빠른 이동도를 갖는 AA homo형과 3개의 band로 구성된 AB hetero형인 2개의 표현형이 검출되었으나 BB homo형은 확인되지 않았다.

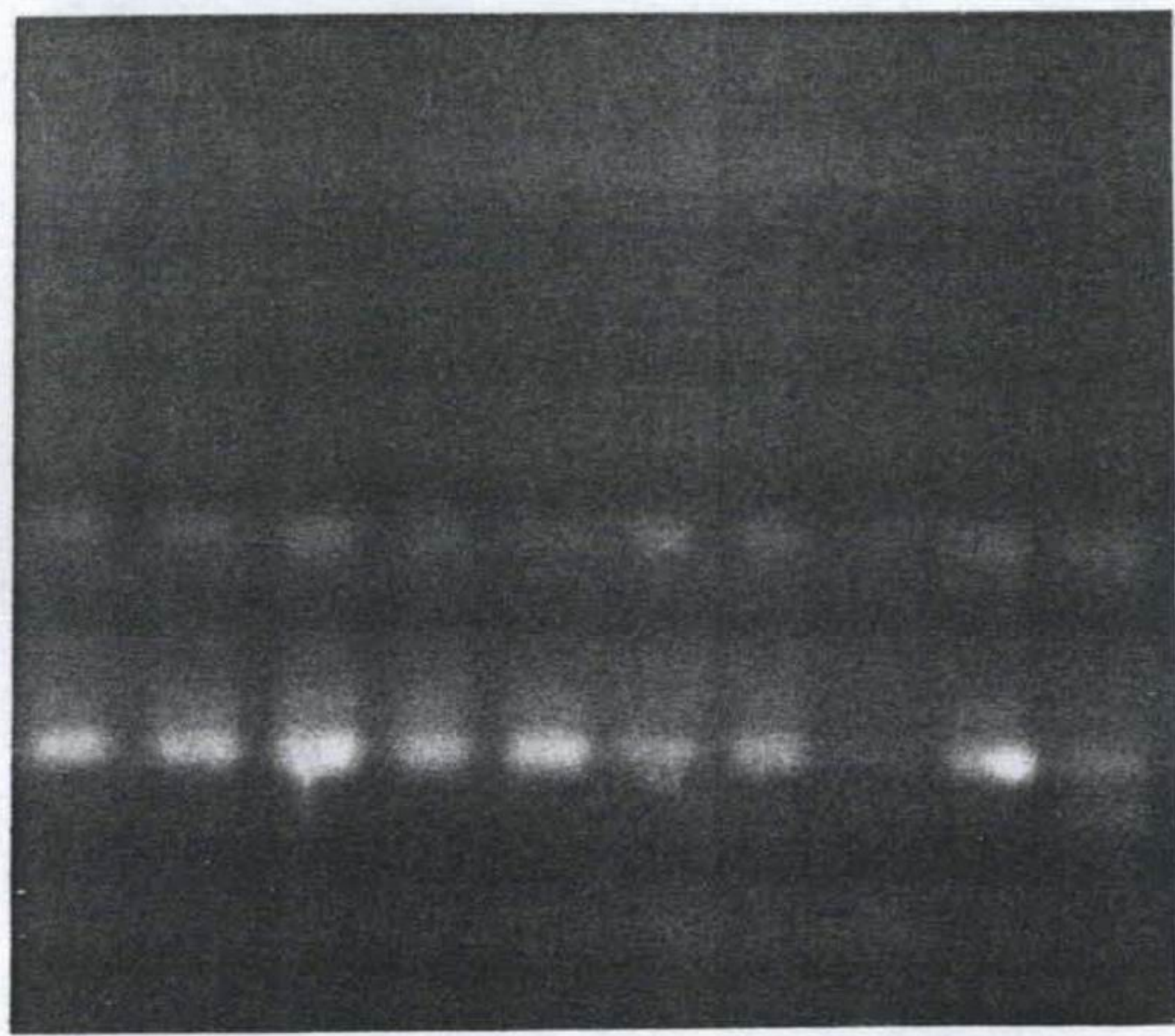
각 집단별 표현형 출현빈도 및 유전자빈도는 Table 5.에 나타내었다.

Table 5. Phenotype and gene frequencies of Es-D locus in Korean native pig

Class	n	Phenotype frequency			Gene frequency		X ² - Test		
		AA	AB	BB	A	B	X ²	df	P
Group 1	50	50	0	0	1.000	0			
Group 2	25	25	0	0	1.000	0			
Group 3	80	73 (73.15)	7 (6.69)	0 (0.15)	.9562	.0437	.0001	2	P>.99
Total	155	148 (148.08)	7 (6.84)	0 (.08)	.9774	.0226	.0827	2	.98>P>.95

* Figures within parenthesis are the expected number.

A A A A A A A AB A AB



Es-D

A A A A A A A AB A AB

Fig. 3. Electrophoregram of Es-D isozyme phenotypes in native pigs

표현형의 출현빈도에 있어서 조사1지역 및 조사2지역에서는 모든 개체가 Es-AA형만이 검출되었으나 조사3지역의 경우에는 Es-AB형이 7(8.8%)두였으며 Es-AA형이 73(91.2%)두로서 지역간에 차이를 나타내었다. 이를 종합한 결과는 Es-AB형이 7(4.5%)두의 낮은 출현율을 나타내었으며 Es-AA형이 148(95.5%)두로서 높은 출현율을 나타내었다.

유전자빈도에 있어서는 조사3지역에서 Es^B 유전자가 0.0437의 낮은 빈도를 나타내었으며 Es^A 유전자는 0.9562의 높은 빈도를 나타내었다. 이를 종합한 결과는 Es^B 유전자 0.0226의 낮은 빈도를 나타내었고 Es^A 유전자는 0.9774의 높은 빈도를 나타내었다.

Oishi등(1991)은 개량종인 Landrace, Large White, Duroc 및 Hampshire종에서의 Es^A 유전자빈도가 각각 0.900, 1.000, 0.898 및 0.865라고 보고하였고, 중국의 재래종인 Meishan, Jinhua, Taoyuan, Short-ear 및 Ohmini의 Es^A 유전자빈도가 각각 1.000, 1.000, 1.000, 0.972 및 1.000로서 Short-ear종에서만 유전적 다형현상이 존재한다고 보고하였다.

또한 Tanaka등(1984)은 인도네시아 재래종인 Karo, Batak, Toraja, Bali 및 필리핀 재래종에서의 Es^A 유전자빈도가 각각 0.867, 0.742, 1.000, 1.000 및 1.000으로서 인도네시아 재래종인 Karo 및 Batak종에서 Es^B 유전자빈도가 비교적 높은 빈도를 나타낸다고 보고하였다.

라. Phosphohexose isomerase(PHI), Phosphoglucomutase(PGM)효소좌위에 대한 분석에서는 조사된 모든 개체에서 유전적 변이체가 검출되지 않았다(PHI는 B유전자, PGM는 B유전자만 검출됨).

2. 혈청단백질 및 효소의 유전적 다형현상

가. Transferrin(Tf)좌위의 유전적 다형현상

PAGE방법에 의해 Transferrin(Tf)단백질좌위를 분석한 전기영동상은 Fig. 4에서 보는 바와 같이 AA 및 BB homo형은 하나의 band로 구성되었으며 AB hetero형은 2개의 band로서 검출되었다.

각 집단별 표현형의 출현빈도 및 유전자빈도는 Table 6.에서보는 바와 같다.

Table 6. Phenotype and gene frequencies of Tf locus in Korean native pigs

Class	n	Phenotype			Gene		X ² - Test		
		frequency			frequency		X ²	df	P
		AA	AB	BB	A	B			
Group 1	54	0 (0.46)*	10 (9.07)	44 (44.47)	.0926	.9074	.5623	2	.80>P>.70
Group 2	29	1 (2.22)	14 (11.58)	14 (15.20)	.2759	.7241	1.2586	2	.70>P>.50
Group 3	78	6 (4.87)	27 (29.25)	45 (43.86)	.2500	.7500	.4615	2	.80>P>.70
Total	161	7 (6.56)	51 (51.88)	103 (102.56)	.2019	.7981	.0462	2	.98>P>.95

* Figures within parenthesis are the expected number.

표현형의 출현빈도에 있어서 조사지역 지역의 경우 Tf-BB형이 44(81.48%)두로서 가장 높은 출현율을 나타내었으며 Tf-AB형은 10(18.52%)의 출현율을

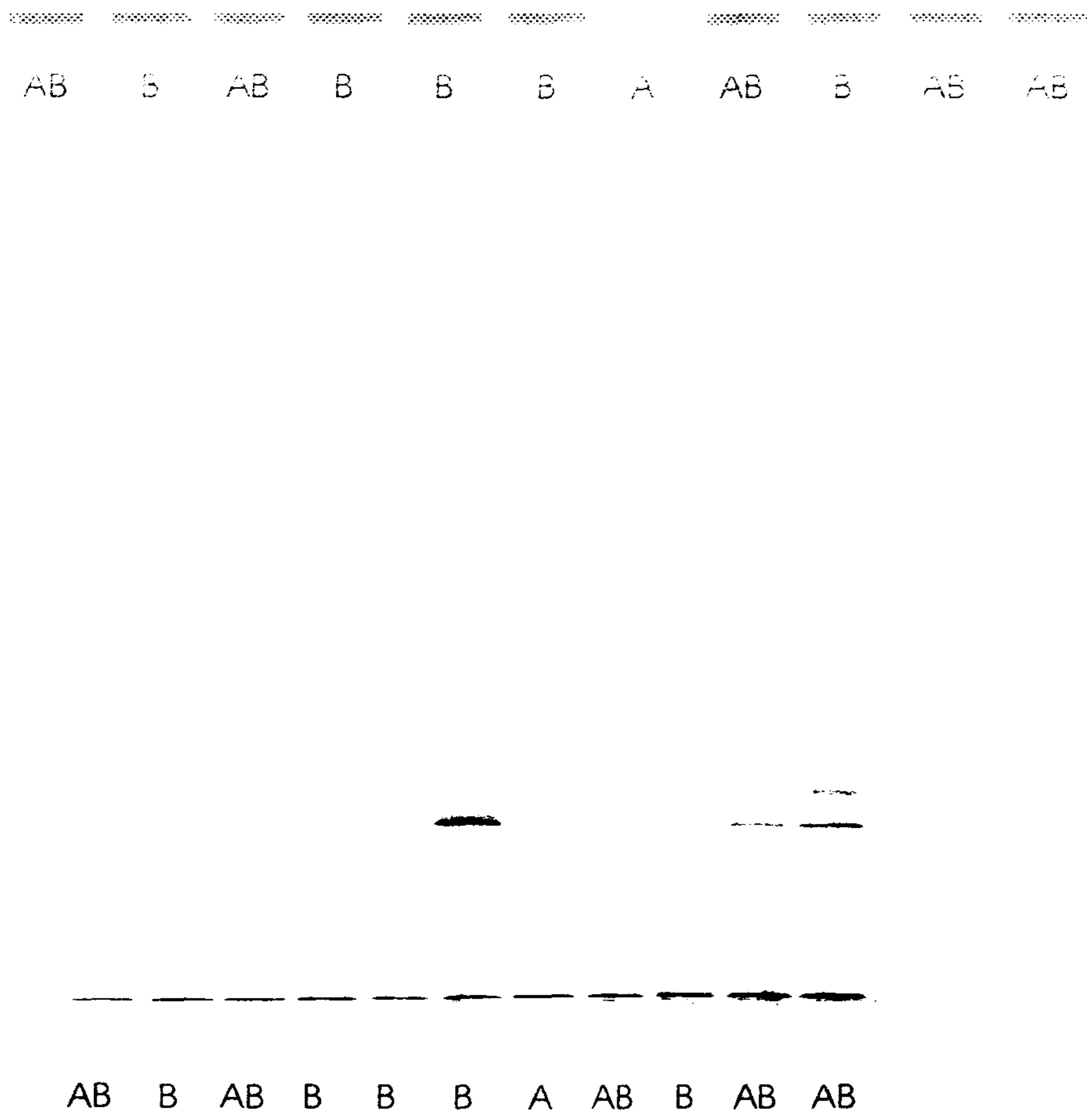


Fig. 4. Electrophoregram of Tf protein phenotypes in native pigs

나타내었으나 Tf-AA형은 검출되지 않았다. 그러나 조사2지역의 경우 조사1지역에서는 검출되지 않은 Tf-AA형이 1(3.44%)두의 낮은 출현율을 나타내었으며 Tf-AB 및 Tf-BB형이 각각 14(48.28%)두 및 14(48.28%)두의 출현율을 나타내었다. 또한, 조사3지역의 경우에는 Tf-BB형이 45(57.69%)두의 높은 출현율을 나타내었고 Tf-AB형은 27(34.62%)두의 출현율을 나타내었으며 Tf-AA형은 6(7.69%)두의 낮은 출현율을 나타내었다. 이를 종합한 결과는 Tf-BB형이 103(63.98%)두로서 높은 출현율을 나타내었고, Tf-AB형은 51(31.68%)의 출현율을 나타내었으며 Tf-AA형은 7(4.34%)두로서 가장 낮은 출현율을 나타내었다.

유전자빈도에 있어서 Tf^A 유전자는 조사1지역, 조사2지역 및 조사3지역이 각각 0.0926, 0.2759 및 0.2500이었고 Tf^B 유전자는 각각 0.9074, 0.7241, 0.7500으로서 조사1지역에서 Tf^A 유전자가 다른 지역에 비해 매우 낮은 빈도를 나타내었다. 이를 종합한 결과는 Tf^B 유전자가 0.7981의 높은 빈도를 나타낸 반면에 Tf^A 유전자는 0.2019의 낮은 빈도를 나타내었다.

Oishi등(1991)은 개량종인 Landrace, Large White, Duroc 및 Hampshire종에서의 Tf^A 유전자가 각각 0.000, 0.204, 0.041 및 0.238의 빈도를 나타낸다고 하였으며 중국의 재래종인 Meishan, Jinhua, Taoyuan, Short-ear 및 Ohmini의 Tf^A 유전자빈도가 각각 0.000, 0.000, 0.009, 0.079 및 0.010, Tf^B 유전자빈도가 각각 0.652, 0.944, 0.849, 0.553 및 0.990이었으며 Tf^C 유전자빈도는 각각 0.348, 0.056, 0.142, 0.368 및 0.000의 빈도를 나타낸다고 보고하였고 Tanaka등(1984)은 인도네시아의 재래종인 Karo, Batak, Toraja, Bali, 필리핀 및 태국재래종의 Tf^A 유전자빈도가 각각 0.050, 0.000, 0.000, 0.000, 0.050 및 0.021이고 Tf^B 유전자빈도가 각각 0.500, 0.548, 0.224, 0.167, 0.833 및 0.883이었으며 Tf^C 유전자빈도는 각

각 0.400, 0.452, 0.776, 0.883, 0.117, 0.096의 빈도를 나타낸다고 보고하였다.

이러한 결과는 개량종에서는 검출되지 않는 Tf^C 유전자가 아시아의 재래종에서는 높은 빈도로 검출된다는 것으로서 우리나라의 재래종에서 검출되지 않은 것은 근친교배 및 개량종과의 교배에 의해 Tf^C 유전자가 소실된 것으로 추정되며 앞으로 전국적인 조사를 통해 보다 정확한 유전적 구성을 분석할 필요가 있다.

또한, Kurosawa와 Tanaka(1988)는 일본의 야생 멧돼지에 대한 분석에서 Honshu, Kyushu 및 Ryukyu지역의 빈도는 Tf^B 유전자가 각각 0.333, 0.975 및 0.000이고 Tf^C 유전자가 각각 0.622, 0.125 및 0.703이었으며 가축화된 돼지품종에서는 검출되지 않는 Tf^X 유전자가 각각 0.045, 0.000 및 0.297의 빈도로 검출되었다고 보고하였다.

나. Protease inhibitor(Pi-1)좌위의 유전적 다형현상

PAGE방법에 의해 Pi단백질 좌위의 분석한 전기영동상은 Fig 5.에서 나타난 바와 같이 AA 및 BB homo형은 하나의 band로 검출되었으며 AB hetero형은 2개의 band를 소유한 형태로 검출되었다.

지역별 표현형의 출현빈도빈도 및 유전자빈도를 추정한 결과는 Table 7.에 나타내었다.

표현형의 출현빈도에 있어서 철원지역의 경우 Pi-AB형이 32(59.26%)두로서 가장 높은 출현율을 나타내었고, Pi-AA형이 20(37.04%)두, Pi-BB형이 2(3.70%)두로서 낮은 출현율을 나타내었다. 그러나 고성지역의 경우 Pi-AA형이 19(65.51%)두, Pi-AB형이 8(27.58%), Pi-BB형이 2(6.89%)두의 출현율을 나타내어 철원지역의 결과와는 상이하였다.

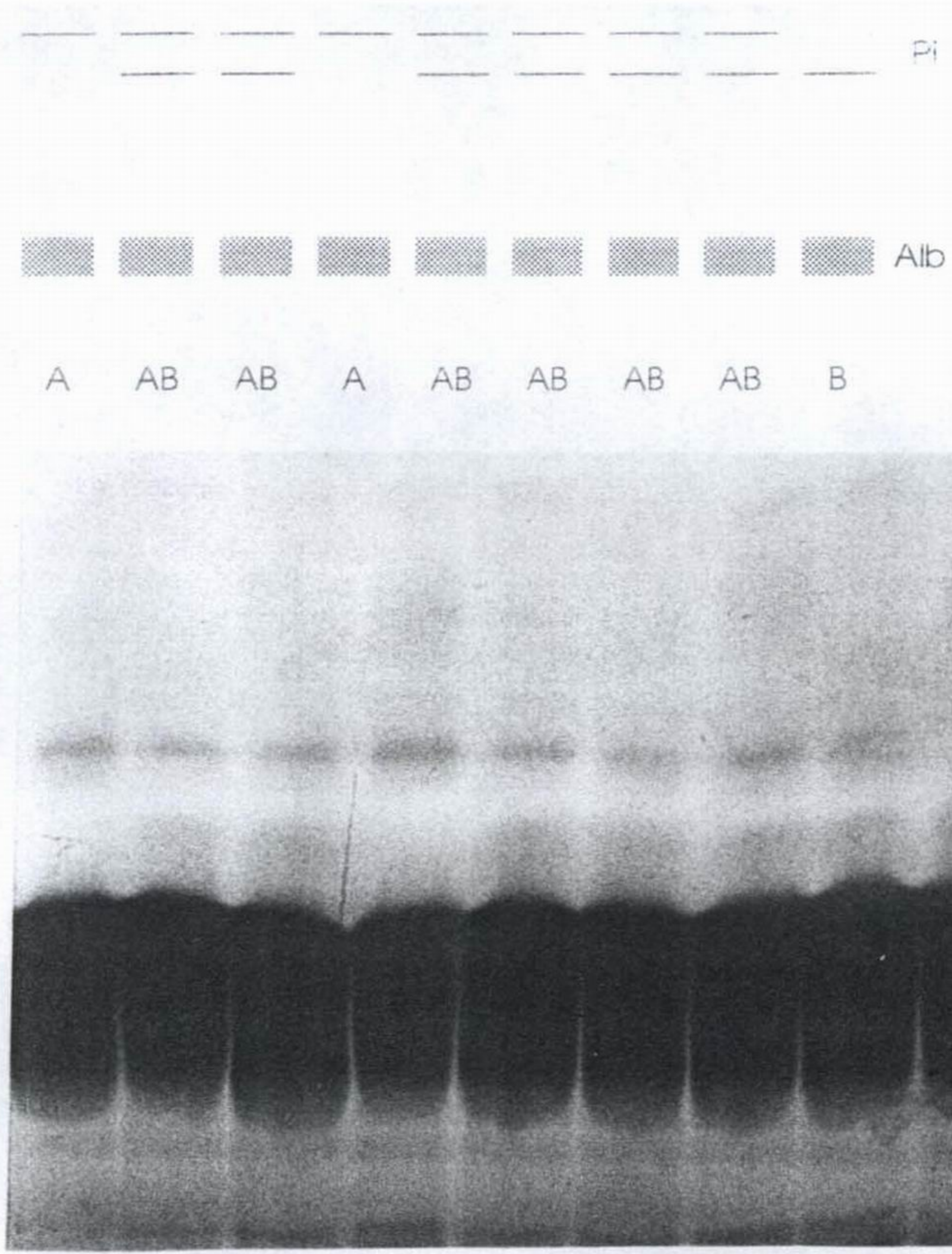


Fig. 5. Electrophoregram of Pi protein phenotypes in native pigs

Table 7. Phenotype and gene frequencies of Pi-1 locus in Korean native pigs

Class	n	Phenotype			Gene		X ² - Test		
		AA	AB	BB	A	B	X ²	df	P
Group 1	54	20 (24.0)*	32 (24.0)	2 (6.0)	.6667	.3333	6.00**	2	P<.05
Group 2	29	19 (18.24)	8 (9.52)	2 (1.24)	.7931	.2069	0.7370	2	.70>P>.50
group 3	81	32 (28.44)	32 (39.11)	17 (13.44)	.5926	.4074	2.6777	2	.30>P>.20
Total	164	71 (69.81)	72 (74.38)	21 (19.81)	.6524	.3476	.1676	2	.95>P>.90

* Figures within parenthesis are the expected number.

**P<.05

조사3지역 경우에는 Pi-AA 및 AB형이 각각 32(39.51%)두의 출현율을 나타내었고, Pi-BB형이 17(20.99%)두의 출현율을 나타내었으며 이를 종합한 결과는 Pi-AB형이 72(43.90%)두의 출현율을 나타내었고 Pi-AA형이 71(42.68%)두였으며 Pi-BB형이 21(12.81%)두로서 가장 낮은 출현율을 나타내었다. 또한 조사1지역의 경우 X²-test의 결과 유의성이 인정되었으며 이는 근친교배에 의한 유전자의 homo화 현상으로 추찰된다.

유전자 빈도에 있어서는 조사1지역, 조사2지역 및 조사3지역의 Pi^A유전자가 각각 0.667, 0.7931 및 0.5926이고 Pi^B유전자빈도는 각각 0.333,

0.2069 및 0.4074로서 P_i^A 유전자빈도는 조사2지역 지역이 가장 높은 빈도를 나타내었으며 조사3지역이 가장 낮은 빈도를 나타내었다. 이를 종합한 결과는 P_i^A 유전자빈도가 0.6524로서 P_i^B 유전자빈도인 0.3479보다 높은 빈도를 나타내었다.

Oishi등(1991)은 개량종인 Landrace, Large White, Duroc 및 Hampshire종에서의 P_i^A 유전자가 각각 0.373, 0.704, 0.306 및 0.111의 빈도를 나타낸다고 하였으며 중국의 재래종인 Meishan, Jinhua, Taoyuan, Short-ear 및 Ohmini의 P_i^A 유전자빈도가 각각 1.000, 1.000, 1.000, 0.706 및 0.990, P_i^B 유전자빈도가 각각 0.000, 0.000, 0.000, 0.294 및 0.010이라고 보고 하였으며 Tanaka등(1984)은 인도네시아의 재래종인 Karo, Batak, Toraja, Bali 및 필리핀재래종의 P_i^A 유전자빈도가 각각 0.883, 0.984, 1.000, 1.000 및 0.825이고 P_i^B 유전자빈도는 각각 0.117, 0.016, 0.000, 0.000 및 0.175의 빈도를 나타낸다고 보고하여 본 연구 결과와는 많은 차이를 나타내었다.

다. Hemopexin(Hp)좌위의 유전적 다형현상

SGE에 의해 혈청 Hp단백질 좌위를 분석한 결과는 Table 8.에서와 같다. 표현형의 출현율은 조사1지역의 경우 0-2형이 11두로서 20.37%의 출현율을 나타내었고 3-3형은 43두로서 79.63%의 출현율을 나타내었다. 조사2지역의 경우 0-2형이 8(27.59%)두였으며 3-3형이 21(72.41%)두의 출현율을 나타내었다.

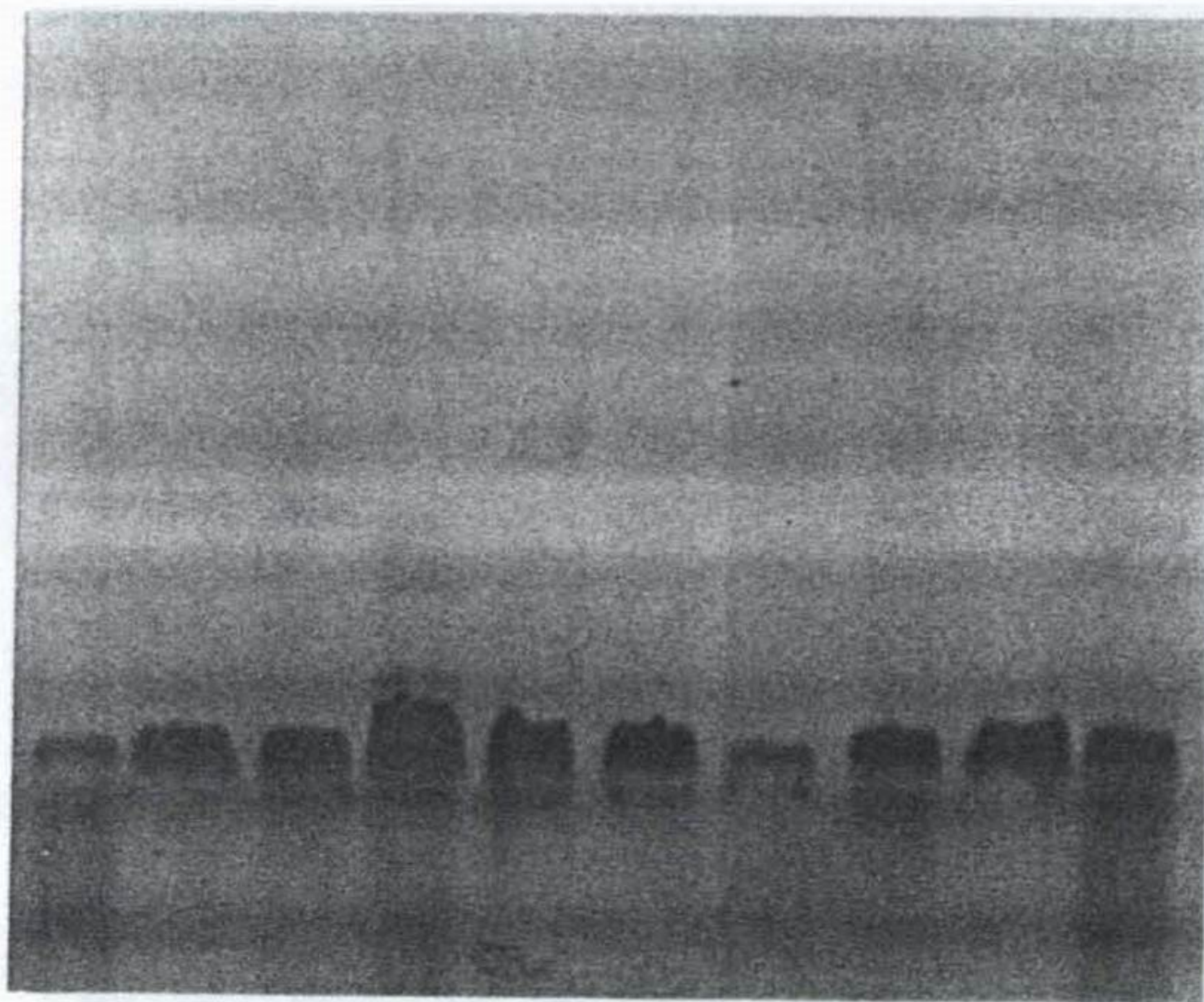
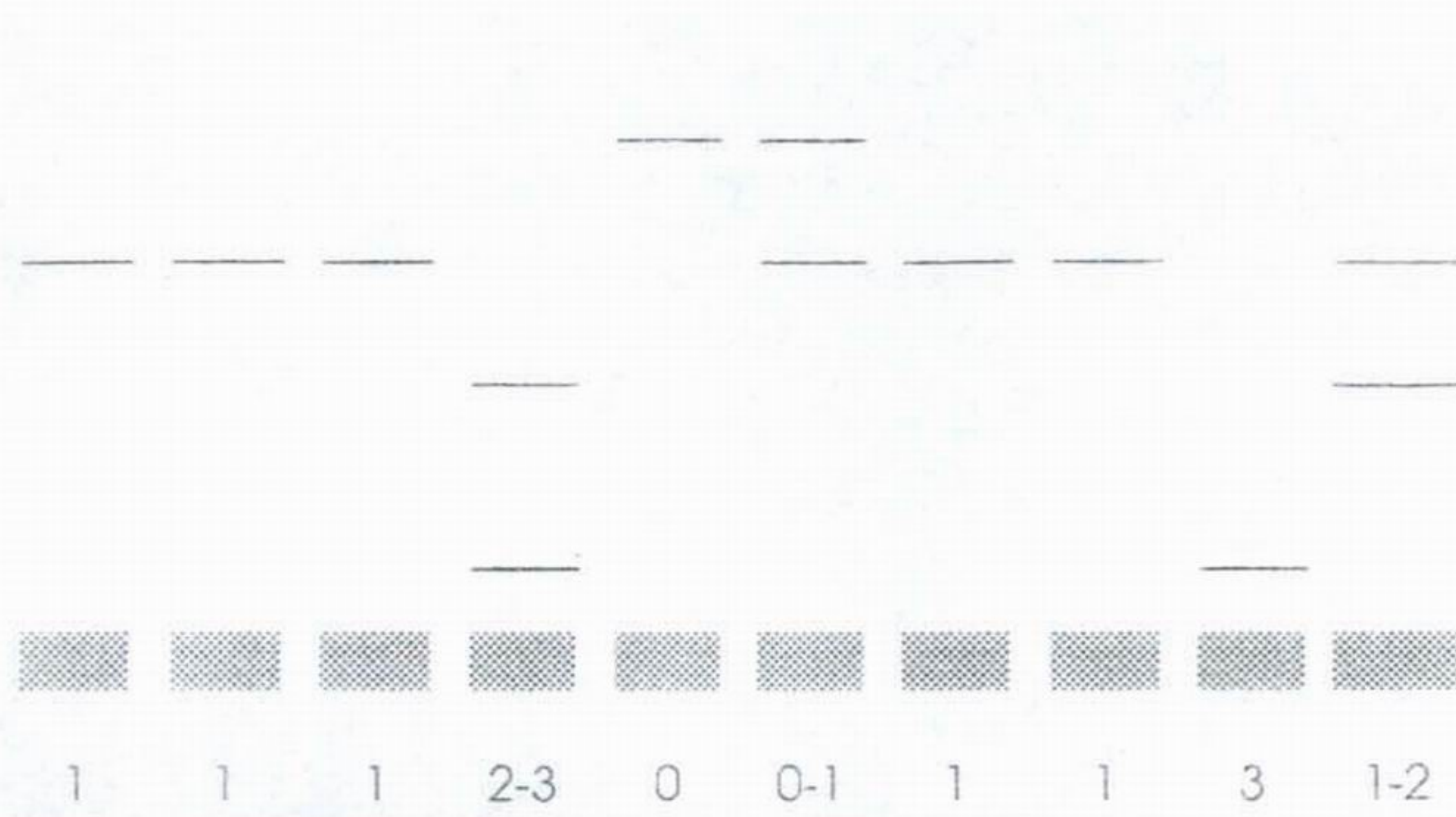


Fig. 6. Electrophoregram of Hp protein phenotypes in native pigs

Table 8. Phenotype and gene frequencies of Hp locus in Korean native pigs

Class	n	Phenotype frequency									Gene frequency				
		0-0	0-1	0-2	0-3	1-1	1-2	1-3	2-2	2-3	3-3	0	1	2	3
Group 1	54	0	0	11	0	0	0	0	0	0	43	.1019	.0000	.1019	.7862
Group 2	29	0	0	8	0	0	0	0	0	0	21	.1239	.0000	.1239	.724
Group 3	92	12	2	3	2	7	2	3	0	1	60	.1685	.1141	.0326	.6848
Total	175	12	2	22	2	7	2	3	0	1	124	.1429	.0600	.0114	.7257

그러나 조사3지역의 경우 3-3형이 60(65.22%)두로서 가장 높은 빈도를 나타내었으며 0-0형 12(13.04%)두, 1-1형이 7(7.61%)두의 출현율을 나타내었으며 0-2, 1-3, 0-1, 0-3, 1-2 및 2-3형이 각각 3(3.26%)두, 3(3.26%)두, 2(2.17%)두, 2(2.17%)두, 2(2.17%)두 및 1(1.09%)두의 빈도로 나타내어 조사1지역 및 조사2지역에서의 집단보다 다양한 유전적 변이체가 검출되었다. 이를 종합한 결과는 3-3형이 124(70.86%)두로서 가장 높은 출현율을 나타내었으며 0-2형이 22(12.57%)두, 0-0형이 12(6.86%)두의 출현율을 나타내었으며 그밖의 형은 5% 미만의 낮은 출현빈도를 나타내었다. 그러나 Oishi등(1991)이 보고한 1F, X 및 Y들과 같은 유전자의 존재는 확인되지 않았다.

유전자 빈도에 있어서는 조사1지역의 경우 Hp^3 유전자가 0.7962의 높은 빈도를 나타내었으며 Hp^0 및 Hp^2 유전자는 각각 0.1019 및 0.1019의 낮은 빈도를 나타내었으며 조사2지역의 경우에도 Hp^3 유전자가 0.7242의 높은 빈도를 나타낸 반면에 Hp^0 및 Hp^2 유전자는 각각 0.1239 및 0.1239의

낮은 빈도를 나타내었다. 그러나 조사3지역의 경우에는 다른 지역에서는 검출되지 않는 Hp^1 유전자가 0.1141의 빈도로 검출되어 지역간의 차이를 나타내었으며 Hp^3 유전자는 0.0326의 낮은 빈도를 나타내었다. 이를 종합해본 결과는 Hp^3 유전자가 0.7257의 높은 빈도를 나타내었고, Hp^0 , Hp^2 및 Hp^1 유전자는 각각 0.1429, 0.0714 및 0.0600의 낮은 빈도를 나타내었다.

Oishi등(1991)은 개량종인 Landrace($Hp^0=0.057$, $Hp^{1F}=0.296$, $Hp^1=0.363$, $Hp^2=0.060$, $Hp^3=0.386$), Large White($Hp^0=0.010$, $Hp^{1F}=0.296$, $Hp^1=0.509$, $Hp^2=0.060$, $Hp^3=0.185$), Duroc($Hp^0=0.000$, $Hp^{1F}=0.000$, $Hp^1=0.159$, $Hp^2=0.276$, $Hp^3=0.565$) 및 Hampshire($Hp^0=0.111$, $Hp^{1F}=0.008$, $Hp^1=0.730$, $Hp^2=0.119$, $Hp^3=0.032$)라고 보고하여 Hp좌위가 품종에 따라 매우 다양한 빈도를 나타내는 것으로 보고 하였으며, 중국의 재래종에서는 Hp^2 , Hp^3 및 Hp^1 유전자가 높은 빈도를 나타내며 각 품종에 따라 Hp^X , Hp^Y , Hp^G 및 Hp^5 유전자와 같은 희귀 대립유전자가 존재한다고 보고 하였다.

또한 Tanaka등(1984)은 필리핀 및 인도네시아 재래종에서 Hp^2 , Hp^1 및 Hp^3 유전자가 높은 빈도로 출현되며, 필리핀의 재래종에서 Hp^X 유전자가 높은 빈도로 검출된다고 보고하였다. 그러나 일본의 야생멧돼지의 Hp좌위에서는 주로 Hp^2 유전자가 높은 빈도로 출현되며 Hp^1 과 Hp^3 유전자는 매우 낮은 빈도로 검출된다고 하여 가축화된 돼지에 비해 유전적 다양성이 낮은 것으로 보고한 바 있다.

라. Albumin(Alb), Slow α_2 -globulin(Sa₂), Ceruloplasmin(Cp), Amylase(Am) 및 Alkaline phosphatase(Akp)좌위에 대한 분석에서는

조사된 모든 개체에서 유전적 변이체가 검출되지 않았다(A1b는 A유전자, Sa2는 A유전자, Cp는 B유전자, Am는 B유전자 및 Akp는 A유전자만이 검출됨).

마. 타 외국품종과의 유전자빈도 비교

본 연구에 의한 결과 개량종 및 아시아 재래종간의 유전자 빈도를 비교한 결과는 Table 9.에 나타내었다.

Tf좌위에 있어 아시아 재래종에서 높은 빈도를 나타내는 Tf^C유전자가 우리나라 재래종에서는 전혀 검출되지 않았으며 Tf^A 및 Tf^B유전자 빈도는 개량종인 Hampshire, Berkshire종과 유사한 빈도를 나타내었으며, Pi좌위에 있어서도 아시아의 재래종에서는 대부분이 변이가 없는 편이었으나 우리나라의 재래종은 Berkshire 및 Yorkshire종과 유사한 빈도를 나타내어 교잡화에 의한 영향으로 추찰되었다.

또한 Hp좌위에 있어서는 개량종이나 아시아 재래종의 빈도와는 상이한 결과를 나타내었으나 PGD좌위의 유전자 빈도는 아시아의 여러 재래종과 유사한 빈도를 나타내었다.

그러나 Es-D좌위에서는 여러 아시아 재래종에서는 대부분이 변이가 없었으나 우리나라 재래종에서는 Es^B유전자가 검출되었으며 아시아 재래종에서는 다양한 유전적 변이가 검출되는 Am좌위에서도 전혀 변이가 검출되지 않는 차이점을 나타내었다.

이러한 결과는 우리나라 재래돼지가 타품종과의 교잡화 및 근친교배등에 의해 유전적 다양성이 소실되고 있을 뿐만 아니라 유전적 구성이 불안정한 상태라고 추찰되며 시급히 순수혈통을 정립해야만 할 것으로 사료된다.

Table 9. Gene frequencies of 9 blood protein polymorphism of pig breeds

Locus	Allele	Improved Breeds					Asian Native breeds						KNP
		LL	HS	YS	DR	BS	KR	BL	MS	JH	TY	OM	
Tf	Tf ^A	0	.238	.204	.041	.275	.050	0	0	0	.009	.010	.202
	Tf ^B	1.00	.762	.796	.959	.725	.550	.167	.652	.944	.849	.990	.798
	Tf ^C	0	0	0	0	0	.400	.883	.348	.056	.142	0	0
Pi	Pi ^A	.373	.111	.704	.306	.768	.883	1	1	1	1	.990	.652
	Pi ^B	.627	.889	.296	.694	.232	.117	0	0	0	0	.010	.347
Hp	Hp ^U	.057	.111	.010	0	0	0	0	0	0	.066	0	.143
	Hp ^{IF}	.134	.008	.296	0	.026	.067	.083	.130	.278	.028	.261	0
	Hp ¹	.363	.730	.509	.159	.969	.217	.500	0	0	.076	.027	.060
	Hp ²	.060	.119	0	.276	.005	.583	.063	.304	.417	.377	.468	.071
	Hp ³	.386	.032	.185	.565	0	.133	.354	.283	0	.198	.144	.726
	Hp ^X	0	0	0	0	0	0	0	0	.055	.142	0	0
	Hp ^Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.113	0	0
Cp	Cp ^A	.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cp ^B	.963	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.940	1
	Cp ^C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.060	0
Am	Am ^A	.156	.071	.078	0	0	.450	.333	.044	0	.594	.480	0
	Am ^B	.830	.929	.911	1	.990	.250	.542	.891	1	.066	.520	1
	Am ^C	.007	0	.011	0	.010	.283	0	.065	0	.198	0	0
	Am ^X	.007	0	0	0	0	.017	.125	0	0	0	0	0
	Am ^Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.142	0	0
PHI	PHI ^A	.318	.070	.361	.151	-	.117	0	0	0	0	.030	0
	PHI ^B	.682	.930	.639	.849	-	.883	1	1	1	1	.970	1
PGD	PGD ^A	.521	.944	.734	.173	-	.717	.708	.891	1	.833	.963	.806
	PGD ^B	.479	.056	.266	.827	-	.283	.292	.109	0	.167	.037	.194
PGM	PGM ^A	.331	.071	.014	.121	-	-	-	-	-	-	-	0
	PGM ^B	.669	.929	.986	.879	-	-	-	-	-	-	-	1
Es-D	EsD ^A	.900	.865	1	.898	-	.867	1	1	1	1	1	.977
	EsD ^B	.100	.135	0	.102	-	.133	0	0	0	0	0	.023

LL:Landrace, HS:Hampshire, YS:Yorkshire, DR:Duroc, BS:Berkshire, KR:Karo, BL:Bali, MS:Meishan, JH:Jinhua, TY:Taoyuan, OM:Ohmini, KPN:Korean native pigs

*Oishi et. al. (1980)

**Oishi et. al. (1991)

3. 유즙단백질의 유전적 다형현상

가. 개량종 돼지의 유즙단백질을 분석한 결과는 Table 10.에서 보는 바와 같이 Post β -Lactoglobulin(Post β -Lg), β -Casein(β -Cn) 및 β -Lactoglobulin(β -Lg)좌위에서 유전적 다형현상이 검출되었으나 α -Lactalbumin좌위에서는 유전적 변이체가 검출되지 않았다. 이러한 결과를 바탕으로 현재 재래돼지에 대한 분석을 실시중에 있다. Post β -Lg좌위의 경우 AA형이 23(52.27%)두의 출현율을 나타내었으며 AB형이 19(43.18%)였으며 BB형은 2(4.55%)의 낮은 출현율을 나타내었다. 유전자 빈도에 있어서는 A유전자가 0.7386의 빈도를 나타내었고 B유전자는 0.2614의 빈도를 나타내었다. β -Cn좌위의 경우 AA형이 1(2.17%)두의 출현율을 나타내었으며 AB형이 11(23.91%)였으며 BB형은 34(73.92%)의 높은 출현율을 나타내었다. 유전자빈도는 A유전자가 0.1413의 낮은 빈도를 나타내었고 B유전자는 0.8587의 높은 빈도를 나타내었다. β -Lg좌위의 경우 AA형이 40(85.11%)두의 높은 출현율을 나타내었으며 AC형이 4(8.51%)였으며 AC⁺형은 3(6.38%)의 출현율을 나타내었다. 유전자빈도에 있어서는 A유전자가 0.9255의 빈도를 나타내었고 C와 C⁺유전자는 각각 0.0426과 0.0436의 낮은 빈도를 나타내었다.

Table 10. Phenotype and gene frequencies of milk proteins in improved breeds

Locus	n	Phenotype frequency					Gene frequency				X ² -test		
		AA	AB	BB	AC	AC+	A	B	C	C+	X ²	df	P
Post β-Lg	44	23 (24.0)	19 (16.0)	2 (3.0)	-	-	.7386	.2614	-	-	.6167	2	.80>P>.70
β-Cn	46	1 (.9)	11 (11.2)	34 (33.9)	-	-	.1413	.8587	-	-	.0098	2	P>.99
β-Lg	47	40 (40.4)	0 (0)	0 (0)	4 (3.8)	3 (2.8)	.9255	0	.0426	.0319	.0436	2	.98>P>.95

* Figures within parenthesis are the expected number.

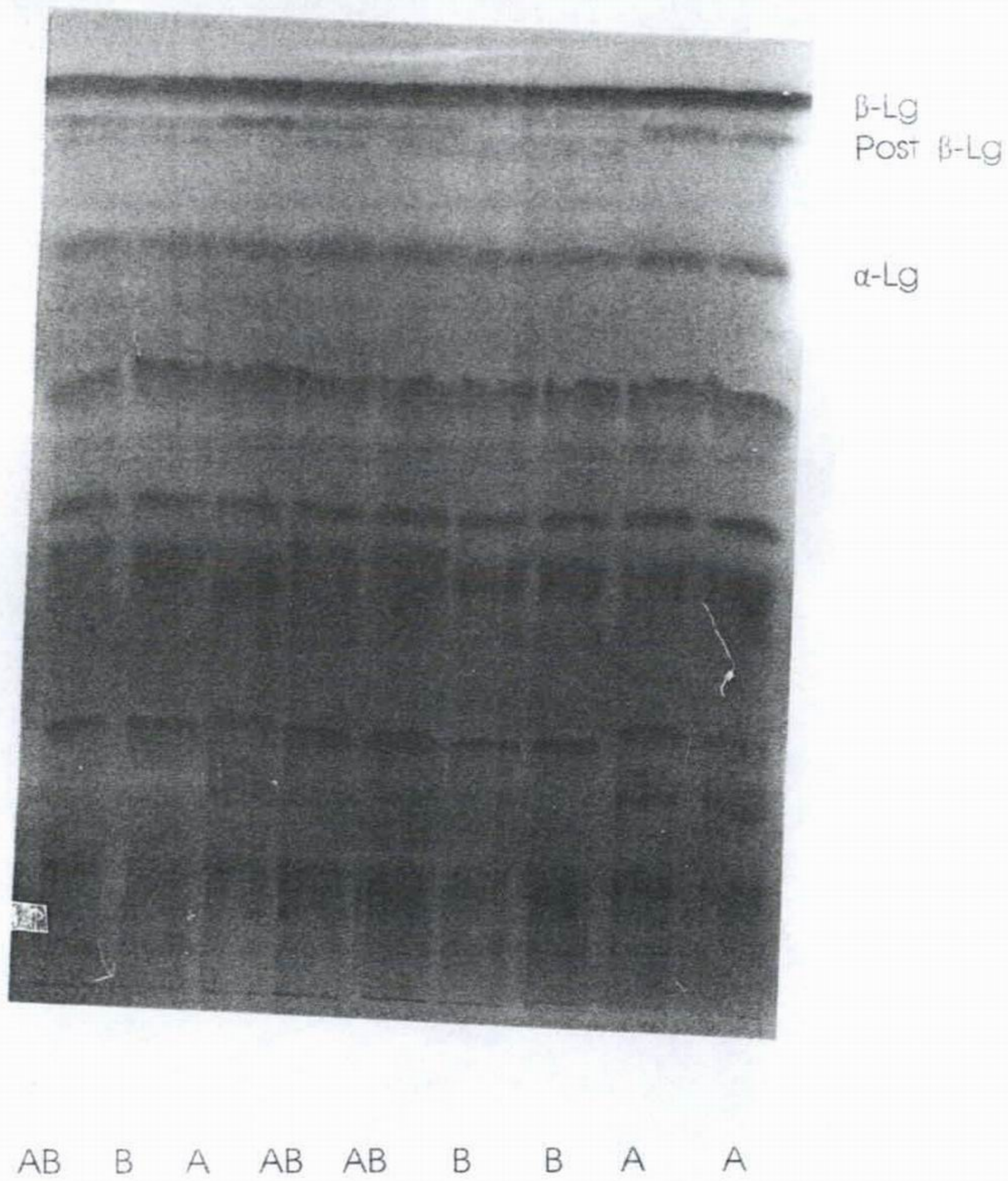
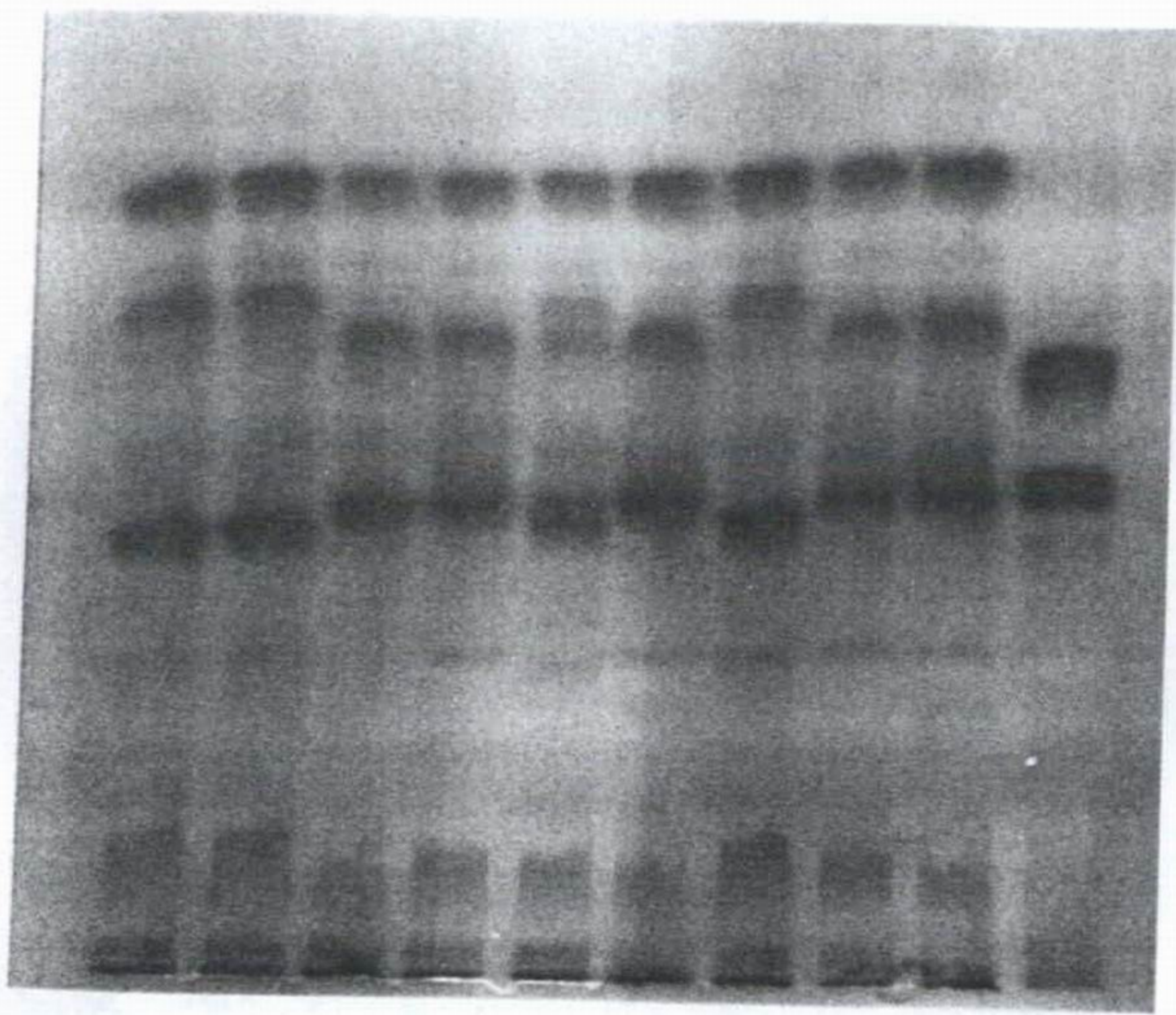


Fig. 7. Electrophoregram of Post β -lg protein phenotypes in pigs



B B A A AB A B A A Bovine

Fig. 8. Electrophoregram of β -Cn protein phenotypes in pigs

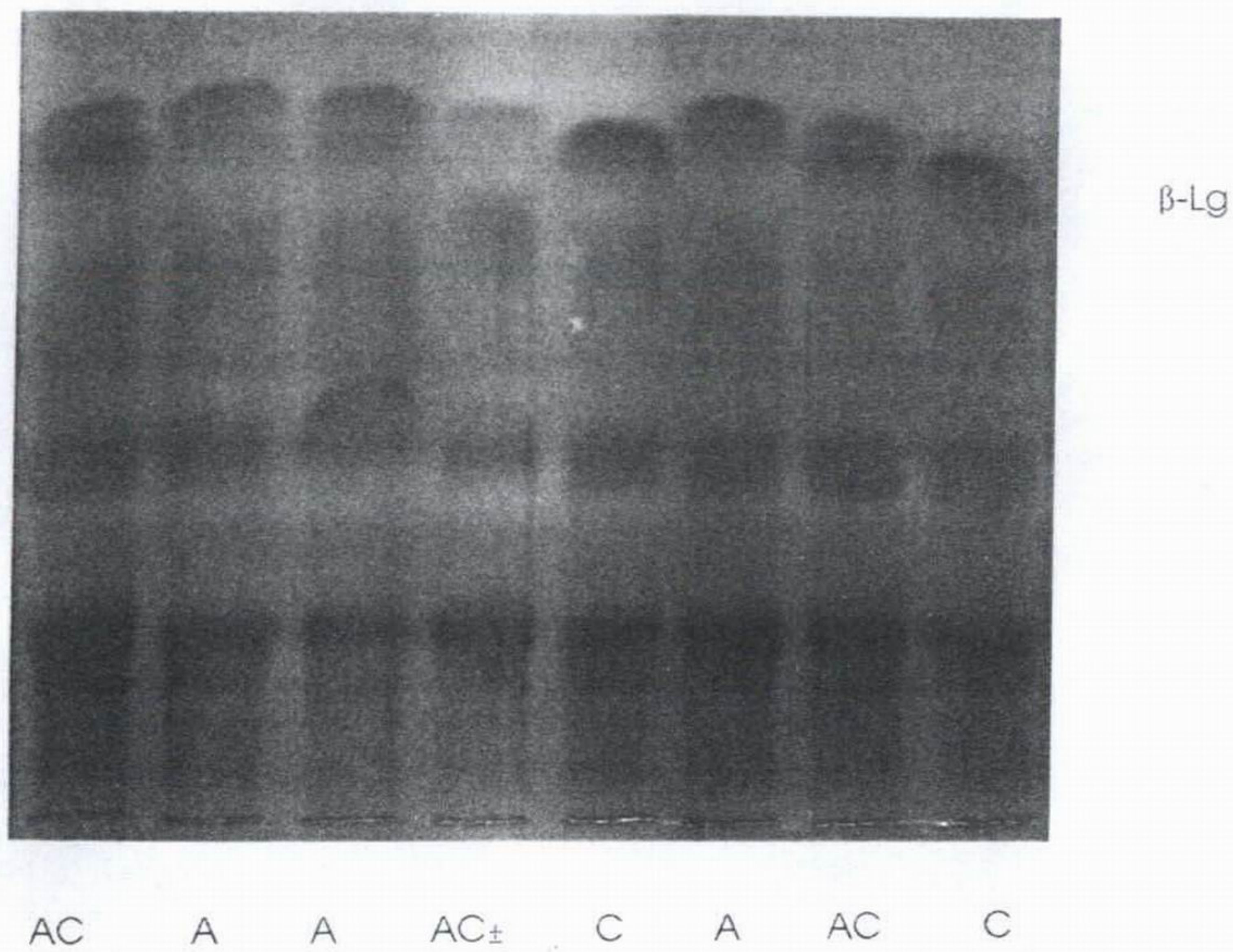


Fig. 9. Electrophoregram of β -Lg protein phenotypes in pigs

4. DNA분석

microsatellite loci분석에 이용한 polymerase chain reaction(PCR)조건은 다음과 같다.

genomic DNA	1ug	94℃ 5min
dNTP	200uM	94℃ 1min
primer	100pM	55℃ 1min
reaction buffer	5ul	72℃ 1min
enzyme	1unit	(35 cycle) 72℃ 5min

total	50ul
-------	------

PCR에 의한 microsatellite Loci에 대한 분석에서 S0116(TG)₂₄ primer를 이용한 개량종의 분석에서는 DNA 절편 크기가 150-180bp인 4개의 marker가 검출되었으며 S0118(CA)₁₆ primer를 이용한 분석에서는 209-220bp인 3개의 marker가 검출되었다.

이러한 primer를 이용하여 재래돼지 및 멧돼지의 DNA를 이용한 분석을 실시중에 있다.

제4장. 적요

본 연구에서 분석된 한국 재래돼지의 유전적 다형현상의 성적과 개량종 및 아시아 재래돼지 품종간의 유전자빈도를 비교, 검토한 결과 9좌위중 Tf, Pi, Hp, PGD 및 Es-D좌위에서 만 유전자의 변이가 나타났으며 나머지 4좌위(Cp, Am, PHI, PGM)에서는 전혀 유전자의 변이가 없었다. 특히 Tf형에서 C유전자는 개량종에서는 전혀 존재하지 않고 아시아의 재래종에서만 나타나는 재래종 특유의 유전자인데 한국 재래종에서는 전혀 검출되지 않았다. 또한 Hp형에서 O유전자는 타 재래종에서는 전혀 없고 대만의 도원종에서만 나타나는 유전자인데 한국 재래종에서는 아주 높은 빈도로 나타났다.

Es-D좌위에서는 여러 아시아 재래종에서는 대부분이 변이가 없었으나 우리나라 재래종에서는 Es^B유전자가 검출되었으며 반대로 Am좌위는 개량종 및 타 아시아의 재래종에서는 다양한 유전자의 변이를 나타내고 있으나 한국 재래종에서는 B유전자만 나타나고 다른 유전자의 변이체는 검출되지 않았다. Pi좌위의 B유전자는 개량종에서만 많이 존재하고 재래종 품종에서는 거의 없는 유전자인데 한국 재래종에서는 비교적 높은 숫자의 빈도를 나타내었다.

이상 1차년도 분석 결과만으로 볼 때 한국 재래돼지는 근친교배에 의한 유전자의 homo화 및 타품종과의 교잡화가 진행되고 있음이 추찰된다. 그러나 이 성적은 현재 전국 조사중 그 일부이다. 따라서 2차년도의 연구를 계속 진행하여 전국적인 조사성적을 토대로 유전적 특성을 규명함으로써 한국 재래돼지의 유전자 보존 및 활용방안이 확립 될 것이다.

제5장. 인용문헌

1. Bell, K., H.A. Mckenzie and D.C. Shaw. 1981. Porcine β -Lactoglobulin A and C. Mole. Cell. biochemistry. 35:103-111
2. Bell, K., H.A. Mckenzie and D.C. Shaw. 1981. Porcine α -Lactoglobulin A and B. Mole. Cell. biochemistry. 35:113-119
3. Han, S. K., E. Y. Chung and K. M. Lee. 1983. Studies on the genetic polymorphism of milk proteins in Korean cattle. The Vth World Conference on Animal Production., Proceedings. 2:51.
4. Han, S.K. and S. Suzuki. 1976. Studies on hemoglobin variants in Korean cattle. Anim. Blood Grps biochem. Genet. 7:21.
5. Han, S.K. and S. Suzuki. 1976. Studies on red cell carbonic anhydrase types in Korean cattle. Anim. Blood Grps biochem. Genet. 7:217.
6. Han, S.K. and S. Suzuki. 1978. Studies on serum albumin in Korean cattle. Anim. Blood Grps biochem. Genet. 7:217.
7. Juneja, R.K. and B. Gahne. 1981. Polymorphic serum prealbumin (Pa) of pig, identified as an α 1-protease inhibitor. Anim. Blood Groups and Biochem Genet. 12:47-51.
8. Oishi, T., t. Amano and K. Tanaka. 1991. Phylogenetic relationship among twelve pig breeds analysed by principal component analysis based on blood groups and biochemical polymorphisms. Anim. Sci. Technol.(Jpn) 62:750-756.

9. Sambrook, J., E.F. Fritsch and T. Maniatis. 1989. Molecular cloning(2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
10. Tanis, R.J., R.E. Tashian and Y.L. Yu. 1970. Properties of carbonic anhydrase isozymes isolated from porcine erythrocytes. J. biological Chemistry. 245:6003-6009.
11. 정의용, 한상기, 신유철, 양교석. 1990^년. 제주재래마의 혈청, 혈구단백질 및 효소의 생화학적 유전형질에 관한 연구. IV. 유전적 유사성 및 유연관계. 한축지. 32:658-668.
12. 한상기, 윤희섭, 정의룡, 신유철. 1993. 재래한우의 보존을 위한 생화학적 다형현상에 관한연구.(I). 백혈구효소의 유전적 다형현상. 한축지. 35:443.
13. 한상기, 정의룡, 신유철, 양교석. 1992. 등전점전기영동법에 의한 제주재래마 Hb단백질의 유전적 다형현상에 관한 연구. 한축지. 34:338.
14. 한상기, 정의룡, 양교석, 신유철. 1991. 한우개량을 위한 유단백질의 유전적 다형현상에 관한 연구. 한축지. 33:111
15. 한상기, 정의용, 신유철. 1993. 제주재래마의 보존을 위한 생화학적 다형현상에 관한 연구. 한축지. 35:355.
16. 한상기, 신유철, 박양수. 1994. 한국평의 생화학적 다형현상에 관한 연구. 한축지. 36:133-137.
17. 한상기, 윤희섭, 정의룡, 신유철, 변희대. 1995. 재래한우의 보존을 위한 혈청 및 혈구단백질의 유전적 다형현상. 한축지. 37:43-51.