

최 종 보 고 서

보안과제(), 일반과제(O) 과제번호 108178-03-1-CG000

발 간 등 록 번 호
11-1541000-001232-01

고전 및 분자 육종 기법을 적용한 삼살개 품종 정립
및 세계적 산업화
(Establishment of Sapsaree breed as an world competitive
dog using classical and molecular breeding tools)

(재)한국삼살개재단

농림수산식품자료실



0004596

농 립 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “고전 및 분자 육종기법을 적용한 삼살개 품종 정립 및 세계적 산업화에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2011년 12월 23일

주관연구기관명 : (재)한국삼살개재단

주관연구책임자 : 한 국 일

연 구 원 : 권 기 진

연 구 원 : 권 영 신

연 구 원 : 김 효 진

연 구 원 : 정 재 진

연 구 원 : 김 창 민

협동연구기관명 : 영남대학교

협동연구책임자 : 김 종 주

협동연구기관명 : 경북대학교

협동연구책임자 : 하 지 흥

요 약 문

I. 고전 및 분자 육종기법을 적용한 삼살개 품종 정립 및 세계적 산업화

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 토종개 품종 확립 필요성 및 상품성 증대
 - 국내 애견인구 증가 및 애견산업의 지속적으로 증가
 - 토종견의 체계적인 육종으로 품종 확립이 안된 실정임
 - 삼살개의 경우 친화력이 뛰어나 치료견·반려견으로 활용가치가 높음

III. 연구개발 내용 및 범위

- 최종목표
 - 국제적 견종으로서 세계 애견산업에 부응하는 삼살개의 산업화를 위하여, 고전 및 분자 육종기법을 적용한 삼살개 품종 정립 및 계통별로 형태 및 성품 고정
- 삼살개 용도별 계통 조성
 - 용도별 (반려견, 치료견) 외형·품성 정립 및 계통별 시조 그룹 결정
 - 계획 교배 수립 및 세대별 근친도, 외형 및 유전 질환 조사
 - 계통별 외형 및 품성 평가 및 적합 개체들 선발 및 교배
- 계통별 육종 목표에 적합한 프로그램 개발, 평가 및 적용
 - 용도별 형질에 대한 육종 목표 설정
 - 혈통과 표현형 정보에 근거한 고전 육종방법 확립, 모의실험 수행 및 적용
 - 발굴된 형질 관련 DNA 마커를 조합한 육종가 모델 (MAS) 개발, 적용 및 평가
 - 혈통과 표현형 정보에 근거한 고전 육종방법과 비교하여 MAS에 의한 개량효과 평가
- 삼살개 용도별 정립된 계통 생산 및 산업화 시스템 구축
 - 계통별 집단의 특이 형질 고정화, 육종 프로그램 구축 및 개체 생산
 - 우수종견 정액의 동결보존 및 인공수정 산업화 구축
 - 계통별 선발된 개체들에 대한 마커와 마커 보정 육종가, 근친도 및 기타 개체 정보를 효율적으로 제공하기 위한 DB 구축

IV. 연구개발결과

- 반려견·치료견 용도별 육종목표 설정 및 계통 조성
 - 용도별 외형·품성 육종 목표치 설정
 - 용도별 시조견 40두 선발 및 교배후 1세대 및 2 세대 총 176두 자손견 생산
 - 모의실험 결과 후세대동안 지속적인 선발을 통해 육종 필요성

- 인공수정을 위한 동결정액 보존
 - 해동정자의 자궁내 주입시 성공적인 인공수정을 위해서는 일정양 이상의 정자 농도가 필요함
- 삽살개 집단의 유전적 특성
 - 유효집단의 크기가 매우 적어 근친을 피하고 유효집단을 확대하는 육종프로그램을 수행할 필요성
 - 외형 형질의 경우 중이상의 유전력을 나타내어 육종가에 근거한 후세대 선발에 적지않은 효율성을 기대함
 - 성품형질의 경우 매우 낮은 유전력을 나타내어 육종가에 근거한 유전적 선발보다는 후천적 요인을 개선할 필요성이 있음
- 외형, 성품, 질환 관련 DNA 마커 발굴
 - 대용량 SNP 칩을 적용하여 18개 외형, 결합형질에 대한 전장연관분석결과 180개 QTL들이 발굴되었고, 발굴된 QTL들이 형질별로 표현형 분산에 적지않은 비율을 차지하고 있음
 - 이러한 결과는 이 QTL을 활용한 반려견·치료견 계통 선발에 마커도움선발 프로그램을 적용시 적지 않은 개량효과를 얻을 수 있을 것으로 기대됨
- 마커도움선발(MAS) 반응 평가
 - 외형 형질의 경우 마커효과에 의한 유전적 개량량이 혈통-표현형에 근거한 유전적 개량량보다 높진 않게 나타났는데, 이는 발굴된 마커들이 유전분산의 일부만 설명하기 때문임. 따라서 추가적인 마커 발굴이 필요함
- 삽살개 개체, 혈통, DNA 마커정보 관리를 위한 DB 구축
 - 삽살개 개체들 자료의 효율적 관리 및 활용을 위하여 온라인으로 DB 구축 및 홍보 활용 목적으로 운영하고 있음

V. 연구성과 및 성과활용 계획

- 반려견·치료견 계통 조성으로 인한 지속적 용도별 개체 생산 기반 구축
 - 삽살개 육종연구소의 연구 수행 활성화
 - 삽살개 매개 치료 활동 활성화
- 삽살개 견종의 세계적 산업화를 위한 기반 조성
 - 온라인 DB 및 삽살개 홍보페이지 운영
 - 삽살개의 상품성을 개발하여 교육, 문화, 관광 상품화

SUMMARY

- I. Establishment of Sapsaree breed as an world competitive dog using classical and molecular breeding tools
- II. Objectives and needs of research developments
 - Establishment of Korean aboriginal breed for commercialization
 - Increasing trend of pet consumers and pet industry
 - Current status of limited establishment of aboriginal dogs as breed
 - Great potential of Sapsarees as cure/companion dogs due to affinity
- III. Contents and scop of research development
 - Research goal
 - Establishment of body shape, morphology and mental characters through classical and molecular breeding tools to meet world competitive dog for commercialization of Sapsarees
 - Construction of Sapsaree lines
 - Establishment of body shape, morphology as cure/companion dogs and selection of founders for each line
 - Design of mating scheme and study on inbreeding and genetic defects
 - Evaluation of body shape, morphology, and mental characters, and selection of individuals as parents and mating
 - Development and evaluation of breeding programs for each line
 - Setup of breeding goals for each line
 - Setup of classical breeding scheme though pedigreed and phenotypes
 - Development and evaluation of marker-assisted breeding value models by combining DNA markers that were detected for each trait
 - Evaluation of genetic improvement using MAS
 - Generation of Sapsarees lines for curing and companion purposes and construction of commercial system
 - Establishment of line-specific traits, implementation of breeding programs
 - Conservation of sperms of suprior seeding dos for commercialization
 - Database construction to manage data of DNA markers, breeding values, inbreeding information
- IV. Results of research development
 - Establishment of breeding goals for curing and companion purpose and line construction
 - Setup of breeding goals for morphology and mental characters

- Selected 40 founders and generation of 176 dogs in 2nd and 3rd generation
- Indication of successive selection through selection to meet the breeding goals
- Conservation of sperms for artificial insemination
 - Indication of high density of sperms for successful AI in case of the insertion of sperms into uterus
- Genetic characterization of Sapsaree population
 - Indication of avoiding inbreeding and enlarging effective population size
 - For morphology traits with moderate heritability, great expectation of genetic improvement through selection based on breeding values
 - For mental character traits with low heritability, indication of better environment & management practices, rather than selection based on breeding values
- Detection of DNA markers for morphology, mental characters and defects
 - Detected 180 QTLs by GWAS analysis using high-throughput SNP chips, which explained significant proportion of phenotypic variation
 - This results suggest great effect of genetic improvement through marker-assisted selection program when the detected QTL are utilized for cure and companion dog line construction
- Evaluation of marker-assisted selection (MAS) response
 - The rate of genetic improvement was not greater when MAS was implemented, compared with the pedigree-phenotype selection, because the QTL detected in this study explained only small portions of genetic variance
 - Thus, it needs to detect additional QTL for efficient MAS implementation
- Database construction for efficient management of Sapsaree individuals, pedigree and DNA markers
 - The DB online sites are open for data management and advertisements

V. Product of research and plans of the production application

- Establishment of generating individuals through lines for curing and companion purpose
 - Boost up the research in Sapsaree breeding institute
 - Boost up the activity of Sapsaree-mediated cure programs
- Establishment of world-market competitive resources for Sapsaree
 - Construction of online DB and management of Sapsaree advertisement
 - Commercialization of Sapsarees for education, culture, and tourism

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of research projects	15
Sub-chapter 1. Rationale of research	15
1. Aspects of economy and industry	15
Ga. Increasing trend of pet consumers and pet industry	15
Na. Rationale of aboriginal dog breeds for commercialization	15
Da. Breeding for special needs and replacement of import breeds	15
2. Aspects of society and culture	15
Ga. Protection of aboriginal animals	15
Na. Resource of companion animals close to human	16
3. Aspects of technology	16
Ga. Advent of genomics information	16
Na. Rationale of breed establishment	16
Da. Application of molecular marker assisted selection	16
Chapter 2. Status of domestic and international technology development	17
Sub-chapter 1. Domestic status	17
1. Status of dog breeding in Korea	17
2. Status of Sapsaree breeding	17
Sub-chapter 2. domestic and international technology development	18
1. Study on genomics in Jin-do dog	18
2. Breeding of Shepherd and Retriever	18
3. Dog genomics projects	18
4. Linkage disequilibrium (LD) & effective population size (Ne)	18
5. QTL(Quantitative trait loci) mapping	18
6. Detection of genes responsible for disease	19
7. Breeding of working dogs	19
8. Genome analysis using SNP chips	19
9. Breeding of Syberian Hustky and Alaska Malamute	20
10. Human and animal disease model	20
11. Construction of genetic maps for various dog traits	20
12. Study on ancient dogs	20
Chapter 3. Implementation of research and results	21
Sub-chapter 1. Research objective and main research topics	21
1. Research goals	21
Ga. Final goals	21
Na. Goals in stages	21

2. Main Research topics	22
Ga. Construction of lines for specific purposes	22
Na. Development and evaluation of breeding programs for specific lines	22
Da. Generation of lines and construction of industry system	22
Sub-chapter 2. Research contents and results	22
1. Setup of breeding plans and implementation strategy	22
Ga. Final goals of breeding	22
Na. Implementation of mating	23
Da. Simulation study for breeding plans	30
2. Conservation of thawing sperms and establishment of artificial insemination	32
Ga. Study of sperm characteristics for iced sperm conservation	32
Na. Study of improvement on exercise capacity of iced and thawing sperms using Trehalose	38
Da. Study of the amount of sperm for AI	44
3. Study of genetic characteristics of Sapsaree population	50
Ga. Estimation of effective population size.....	50
Na. Analysis of phenotypes for morphology, metal characters and defects	53
Da. Estimation of genetic parameters for morphology, metal characters and defects ..	60
La. Linkage disequilibrium in whole genomes with canine SNP chips	62
Ma. Genome sequencing of a Sapsaree	63
4. Detection of DNA markers for morphology, metal characters and defects and evaluation of selection response	65
Ga. Detection of QTL for morphology, metal characters and defects	65
Na. Evaluation of MAS response	73
Da. Development and implementation of molecular breeding selection program	74
5. Construction of database for individuals, pedigrees and DNA maker information	77
Chapter 4. Achievement of goals and contribution to the related research fields	79
Sub-chapter 1. Goals of annual research and contents of research	79
Sub-chapter 2. Contribution to related research fields	82
Chapter 5. Research products and application plans of research product	83
Sub-chapter 1. Research products	83
1. Research products and lists of application goals	83
Ga. Goals of research products	83
Na. Goals of application plans of research product	86
Sub-chapter 2. Application plans of research product	93
1. Consistent generation of individuals of curing and companion lines	93
Ga. Boost up of research in Sapsaree breeding research institute	93
Na. Boost up of curing activity through Sapsarees	93

2. Construction of intra-structure for world competitive dog.....	95
Ga. Management of online DB and advertisement of Sapsarees	95
Na. Commercialization of Sapsarees for education, culture, and tourism ...	98
Chapter 6. Information of international science technology in related search area	99
Sub-chapter 1. Science technology of dog breeding in USA	99
Sub-chapter 2. http://iwdba.org/	100
Sub-chapter 3. http://www.broadinstitute.org/	101
Chapter 7. References	102

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	15
제 1 절 연구개발의 필요성	15
1. 경제적·산업적 측면	15
가. 애견인구 증가 및 애견산업의 발달	15
나. 토종개 품종 확립 필요성 및 상품성 증대	15
다. 특수 목적견으로 육종 및 수입 대체 효과	15
2. 사회·문화적 측면	15
가. 토종동물 자원보호와 문화재 보존	15
나. 인간과 가장 밀접한 반려동물로서의 자원	16
3. 기술적 측면	16
가. 유전체 정보 시대의 도래	16
나. 용도별 품종 확립 필요성	16
다. 분자 마커 도움 선발 (MAS) 적용	16
제 2 장 국내외 기술개발 현황	17
제 1 절 국내수준	17
1. 국내 개 육종 현황	17
2. 샴살개 육종 현황	17
제 2 절 국내외 기술수준	18
1. 진돗개 유전체 연구	18
2. 셰퍼드 및 리트리버종 육종	18
3. 개 유전체 프로젝트	18
4. 연관비평형(LD) & 유효집단크기(Ne)	18
5. QTL(Quantitative trait loci) mapping	18
6. 질병관련 원인분석 및 유전자 탐색	19
7. Working dog을 위한 육종	19
8. SNP chip을 이용한 유전체 분석	19
9. 시베리안 허스키 및 알래스카 말라뮤트 육종	20
10. 인간과 동물 질병의 모델로 이용	20
11. 다양한 개 형질에 관한 유전지도 작성	20
12. 고대 개 유전자 연구	20
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	21
제 1 절 연구목표 및 연구 주요 내용	21
1. 연구목표	21
가. 최종목표	21
나. 단계별 목표	21

2. 연구 주요 내용	22
가. 삽살개 용도별 계통 조성	22
나. 계통별 육종 목표에 적합한 프로그램 개발, 평가 및 적용	22
다. 삽살개 용도별 정립된 계통 생산 및 산업화 시스템 구축	22
제 2 절 연구내용 및 수행결과	22
1. 용도별 육종목표 설정 및 수행 전략	22
가. 육종 최종목표	22
나. 교배 수행	23
다. 육종목표에 적합한 모의실험	30
2. 삽살개 정액의 동결보전 및 인공수정 산업화 구축	32
가. 동결정액보전을 위한 삽살개 정자 특성 연구	32
나. Trehalose를 이용한 동결해동정액의 운동능력 향상연구.....	38
다. 인공수정을 위한 동결정액의 정적량과 산자 생산연구	44
3. 삽살개 집단의 유전적 특성 연구	50
가. 유효집단 크기 추정	50
나. 외형, 성품, 질환 형질의 표현형 분석	53
다. 외형, 성품, 질환 형질의 유전모수 추정	60
라. 대용량 canine SNP chip을 이용한 전염색체에서 연관불균형 조사	62
마. 삽살개 유전체 서열 해독	63
4. 외형, 성품 및 질환 DNA 마커 발굴 및 선발반응 평가	65
가. 외형, 성품 및 질환과 관련된 QTL (SNP) 발굴	65
나. 마커도움선발(MAS) 반응 평가	73
다. DNA 마커효과 조합한 분자육종선발 프로그램 개발 및 적용	74
5. 삽살개 집단의 개체, 혈연정보, DNA 마커 정보 제공을 위한 DB 구축	77
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	79
제 1 절 연차별 연구개발의 목표 및 연구개발 수행내용	79
제 2 절 연구분야 기술발전예의 기여도	82
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	83
제 1 절 연구개발 성과	83
1. 연구개발 결과의 성과 및 활용목표 대비 실적	83
가. 연구성과 목표	83
나. 연구성과 활용 목표	86
제 2 절 연구성과 활용 계획	93
1. 반려견·치료견 계통 조성으로 인한 지속적 용도별 개체 생산	93
가. 삽살개 육종연구소 연구수행 활성화	93
나. 삽살개 매개 치료 활동 활성화	93

2. 삽살개 견종의 세계적 산업화를 위한 기반 조성	95
가. 온라인 DB 및 삽살개 홍보페이지 운영	95
나. 삽살개의 과학적 문화적 상품성을 개발하여 교육, 문화, 관광 상품화	98
제 6 장 연구관련 해외과학기술정보	99
제 1 절 미국 견 육종 및 과학기술	99
제 2 절 http://iwdba.org/	100
제 3 절 http://www.broadinstitute.org/	101
제 7 장 참고문헌	102

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 경제적·산업적 측면

가. 애견인구 증가 및 애견산업의 발달

- 지난 십수년간 국민소득 증가, 복지 추구 및 취미 생활 향상으로 애견인구 증가하여 국내에서만 약 200만 마리 이상의 애완견이 길러지고 있으며, 애완동물 시장 규모가 연간 1조원 이상임.
- 그러나 대부분의 애완견들이 수입 소형 외국 견종들이며, 토종소형견이 없을뿐더러 토종개로서 품종이 고정되어 국제경쟁력을 보유한 토종 품종이 없는 현실임.

나. 토종개 품종 확립 필요성 및 상품성 증대

- 1차 세계대전이후 독일에서 셰퍼트를 구조·군용견으로서 품종 확립으로 인하여 전 수출액의 2%를 차지하였음. 또한 선진 각국마다 고유 토종개 품종들이 개발되어 전 세계적으로 수출하고 있는데, 일본의 경우 아키다견, 도사견, 일본 쟁 등 10여종 이상이 있음.
- 따라서 삼살개의 우수한 특성을 살려 품종·계통 조성한다면 한국 애견 산업의 국제 상품화를 통한 부가 가치 증대를 기대.
- 우리나라의 경우는 진돗개, 풍산개, 삼살개와 비공인 제주개가 있지만 혈통 기록, 외형·품성에 관하여 체계적인 육종 및 개량을 통한 품종 확립이 안된 실정이며, 따라서 세계적인 품종으로 공인 받기 어려우며 상품화도 크게 되지 않는 상황임. 예로 진도개의 경우 세계 애견클럽(KC, FCI)에서는 국내 진도개 표준과 별도로 국제 진도개 표준형을 확립하였음.

다. 특수 목적견으로 육종 및 수입 대체 효과

- 진도개, 풍산개, 삼살개 등 우리나라 고유 토종개들은 충성심, 용맹성, 친화력 등으로 세계적 명견으로서의 품성을 지니고 있으며 이 품성을 살려 특수 목적견으로 활용할 경우, 기존 특수 목적용 서양 품종을 대신하여 이용할 수 있는 대체 효과를 기대.
- 특히 최근 사회적으로 시각·청각·지체 장애인에 대한 보조견의 활용도가 높아지고 있으나 보조견의 양성의 비용으로 인한 서양 품종견 보급의 한계가 있는 실정임. 삼살개의 경우 여러 품성 중에 특히 친화력이 뛰어나 치료견으로 개량할 경우 외국 품종 유래 보조견 대체효과를 기대.

2. 사회·문화적 측면

가. 토종동물 자원보호와 문화재 보존

- 개는 동물자원 중에서 국민정서 및 문화와 맥이 가장 밀접히 닿아 있는 반려 동물로 사회 복지 공헌에 크게 활용할 수 있으며, 삼살개의 경우 국가 문화재로 (천연기념물 제368호) 지정되어 토종개 보전·연구 및 문화재보존의 이중적 목적을 동시에 충족 될 수 있음.

나. 인간과 가장 밀접한 반려동물로서의 자원

- 개는 인간과 가장 밀접한 반려동물(companion animal)로서 사회, 문화적인 가치가 큰 자원이며 선진화 서양화 산업·정보화 사회일수록 반려동물의 효용가치는 더 커짐.
- 삽살개의 경우 여러 품성 중에 특히 친화력이 뛰어나 소외계층에 반려견으로서, 또는 장애인들에게 치료견으로 육종할 경우 국민 복리 증진에 기여.

3. 기술적 측면

가. 유전체 정보 시대의 도래

- 세계적으로 생명공학기술의 급속한 발전으로 인간게놈프로젝트 및 동식물산업에 관련된 유전체학 분야의 급속한 발전으로 질환 및 경제적으로 중요한 형질에 관련된 유전자 기능을 구명하여 해당 유전자를 산업에 적용하고 있음.
- 더욱이 2005년 개 (Tasha, Boxer 암컷)의 모든 게놈 염기를 (39 상염색체에 위치하는 2.4 billion bp) 서열화 하였으며, 10개의 다른 품종들간 서열화를 통한 2백5십만개의 SNP를 탐색·발굴하였는데 이러한 정보는 품성, 질환 및 다른 복합 형질의 유전적 기작을 규명하는 근간을 제공 함
(www.physorg.com/news8856.html).

나. 용도별 품종 확립 필요성

- 세계적으로 특수 목적견으로 이용되는 품종의 경우 목적 용도에 적합한 품종 (계통)의 확립을 위하여 체계적인 육종 계획을 수행하여 왔음. 예로 미국 뉴저지, Morristwon 소재 The Seeing Eye 회사의 경우 안내견에 적합한 적정 크기 및 몸무게를 각각 체고 53-64 cm 와 18-32 kg으로 설정하여 1979년부터 1997년까지 독일 셰퍼드와 라브라도 리트리버를 개량하였음 (Helmink 등, 2003, J. of Anim. Sci.).
- 진도개의 경우 2005년 영국켄넬클럽 (KC) 및 세계애견연맹 (FCI)에 등록되었지만 체계적 육종 개량의 부재로 인한 국내 진도개 표준과 별도로 국제 진도개 표준형이 확립되었음.
- 삽살개를 한국 대표 토종견으로서 국제적 상품화 하기 위해서는 용도별로 육종 목표를 확립, 체계적인 육종계획 수립 및 효율적인 육종 프로그램 수행으로 지속적이고 일관된 계통 조성이 절실함.

다. 분자 마커 도움 선발 (MAS) 적용

- 개는 육종가들의 다양한 기호에 따라 특별 형질을 (외형, 색깔) 개량할 목적으로 많은 육종이 수행되어 왔으며, 따라서 어느 동물보다 다양한 형태의 외모를 가지고 선발되어 왔음. 다시말해 한 품종 고정을 위한 소수의 시조 그룹이 이용되어 동일 품종내 유전적 다양성이 (heterogeneity) 매우 제한되어 있음.
- 이런 조건하에서 동일 품종내에 용도별로 계통 조성을 할 경우 열성 치사 동형 접합체를 (recessive homozygote) 가진 개체들이 만들어질 확률이 높으며 따라서 개량 프로그램에 이 치사 유전자 관련 마커를 발굴하여 조기에 선발 프로그램에 이용시 (마커 도움 선발, marker-assisted selection) 육종의 효율성 증대 됨.
- 인간 및 가축의 경우 많은 질환 및 복합 형질과 관련된 유전자들의 마커를 발굴하여 적용해오고 있는데, 특히 가축 (예, 소나 돼지)의 경우 주요 경제형질은 많은 유전자와 환경간의 상호작용으로 발현되는 복합형질이며, 도체형질이나 유량의 경우 기존 육종 체계, 즉 표현형과 혈통 정보만을 이용한 선발 및 교배방법을 적용할 경우 유전적 개량에 오랜 시일이 걸림.
- 개의 경우에도 품종 정립을 위한 주요 형질들은 (체형, 체고, 번식, 품성) 복합형질로 분류할 수 있는데, 기존 고전 육종 기술과 유전자 마커를 적용한 MAS를 적용할 경우 효율적인 개량 효과가 기대됨.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내수준

1. 국내 개 육종 현황

- 1938년 진돗개가 천연기념물 제53호로 지정된 후, 67년, 97년 및 99년에 한국 진도개 보호 육성법 제정 되었고 99년 진도에 진도개 시험 연구소가 설립되었지만 체계적이고 지속적인 육종사업은 수행되지 못하였음. 따라서 국제 애견 연맹에서 한국 표준과 별개의 자체 표준화 진도개 품종형을 확립함.
- 기타 다른 국내 토종개, 삽살개 및 풍산개들은 보존 차원의 사육과 번식작업은 있었으나 국제적인 산업화를 위한 뚜렷한 개량 목표와 체계적인 육종 계획을 수립한 경우는 없다고 봄.

2. 삽살개 육종 현황

- 본 연구진에 의한 삽살개 집단의 형성과 보존유지 작업은 1985년 8두의 원종으로부터 시작되어 현재 500여두 이상의 집단을 형성하여 유전적 다양성을 유지하고 있으며 기초 대상 집단 (reference population)으로 활용 하고자 함. 이 개체들의 혈통 및 표현형 정보 및 집단형성 과정에 대한 상세한 자료를 보관하고 있음.
- 1989년 전체 두수가 40두 일 때 문화재 관리국에 천연기념물 지정 신청을 하여 1992년 3월 천연기념물 제368호로 지정받았으며, 일부 보조금을 국고로 지원받아 현재까지 집단사육장을 운영하고 있음.
- 1990-1992년: 제 1차 과학 기술처 목적 기초 연구과제로 ‘고유전 삽살리의 보호 및 육성에 관한 연구’ 과제를 수행하여 삽살리 DNA 지문 연구, 핵형 및 혈액 단백질을 이용한 유전적 변이 규명 및 형태학적 분석을 수행.
- 1994-1997년: 2차 과학 기술처 목적 기초 연구과제로 삽살이를 포함한 한국 토종개에 관한 연구 수행.
- 1998-2000년: 과제 ‘삽살개 유전체 분석을 통한 행동 유전학 연구’를 수행하여 삽살이의 유전체 구성 분석, 유전적 조성 분포 및 유전적 다양성을 다른 개와 비교하여 연구.
- 2001-2003년: 과제 ‘분자마커를 이용한 소형 삽살개 개발’을 수행하여 삽살개 특이 DNA 마커 발굴, 형질과 관련된 마커 발굴 및 삽살이 주요 형질의 유전 모수 추정 등 삽살이 계통체계 기반을 구축함.
- 2003-2006 대구시 차세대 선도산업기술 개발을 통하여 신품종 확립을 위한 개 유전학 연구관련 기반 기술 확립
- 2004-2007년: 산업자원부 지역혁신특성화 사업을 통하여 애견체의수정 기술 확립연구를 수행하여 우수견 번식 기반 구축
- 2007년: 서울대학교 수의대학과 공동연구를 통하여 체세포복제 기술을 활용한 삽살개 복제견 탄생, 삽살개 공동연구 체계 구축
- 삽살개 품종 확립을 위한 제반 조건들, 즉, 집단 조성, 혈통 및 개체 정보 자료 보유, 동일 환경 여건 하에서 체계적인 사육 및 번식, 집단 유전학 및 유전체 기초 자료를 보관을 하고 있어, 현 과제 수행을 위한 훌륭한 연구 조건을 갖추고 있음.

제 2 절 국내외 기술수준

1. 진돗개 유전체 연구

- 국립축산과학원에서 진돗개의 특수목적 활용을 위한 유전체 연구를 수행하여 표현형 및 기초자료 수집, 유전체 분석 및 품성 관련 후보 유전자 발굴 및 유전양상 규명 연구를 수행하였음
- 특수 목적에 활용 가능한 품성관련 DNA 마커를 진돗개에서 발굴하여 목적 적합 품종 정립에 활용할 계획임

2. 셰퍼드 및 리트리버종 육종

- The Seeing Eye Inc.(NJ, USA)에서 독일 셰퍼드와 라브라도 리트리버종을 안내견 목적에 적합한 체형 및 체고 확립 위한 육종 전략을 설립하여 안내견 용도에 적합한 체형 및 체고 목표 수립후 다양한 육종 전략 수립 및 적용
- 대상 개체들을 체형 체고에 따라 그룹화 한후 선발지수법, 직접선발, 독립적 형질 선발 등 다양한 선발 계획을 적용하여 개량효과를 평가하였음.

3. 개 유전체 프로젝트

- NHGRI (NIH): 개를 유전학 및 암 연구 관련 모델로 이용하여 개의 유전 질환 관련 유전자들을 지도화하여 cloning 할 수 있는 자원들을 발굴하고자 함
- 개 행동 유전자 마커 탐색 및 연관지도 작성위한 마커 발굴 및 고정밀 지도 수행 위한 RH map 및 연관지도 및 RH map 통합지도 제작

4. 연관비평형(LD) & 유효집단크기(Ne)

- 사람, 소와 같은 포유류와의 연관비평형 차이를 비교 하고 실제 유전적 다양성을 나타내는 유효집단 크기(N_e)를 밝혀내어 개 육종의 방향을 연구함.
- Dunning(2000), Reich(2001), Franir(2000), McRae(2002), Hayes(2003)의 연구로 개를 사람, 소와 비교 할 시 상당히 높은 LD 결과가 나타나며, Sutter(2004)에 따르면 사람과 비교 시 개가 많게는 100배까지 높은 LD값이 관측된다고 하였음.
- Calboli(2008), Lindblad-Toh(2005)의 연구결과로 몇몇 품종의 개 (Akita Inu (45), Boxer (45), English bulldog (48), Chow chow (50), Rough Collie (33), Golden retriever (67), Greyhound (17), German Shepherd (76), Labrador retriever (114), and English springer spaniel (72))를 분석한 결과 실제 집단과 비교 시 현저히 낮은 값의 유효 집단 크기(N_e)를 발견하였음.
- 유전적 다양성이 현저히 떨어질 시 발생 가능한 병목현상 등에 대비해 선발 및 육종의 방향을 제시 할 것이라 기대.

5. QTL(Quantitative trait loci) mapping

- Karlsson(2007)에 의해서 SNP assay가 처음으로 개에 적용되면서 주로 질병과 행동에 관련된 특성과 의형과 관련된 표현형(체고, 체장, 체폭, 체중 등)에 영향을 미치는 QTL마커를 발굴하기 위해 여러 품종들의 genome이 분석되고 있음.

[체형관련 유전자의 발굴]

-Parker(2009); Boyko(2010) 의 연구로 CFA18의 FGF4 레트로유전자가 ‘dachshund’, ‘corgi’, ‘basset hound’ 품종들에서 짧은 다리길이의 원인이라고 밝힘. Sutter(2007); Jones(2008); Lark(2006)들은 개의 미니어처 종인 ‘toy’ 그룹들이 주로 IGF1 유전자에 의해 조절된다고 밝힘.

[QTL 발굴]

-Chase(2002)의 포르투갈 Portuguese Water Dog에서 개의 팔다리길이와 체장의 길이의 균형에 대한 QTL을 밝혀내었으며 Carrier(2005) 또한 사지의 뼈 길이, 너비가 CFA12에 있는 QTL association에 의해 조절된다고 밝혀냄. Jones(2008)의 연구에선 머리의 비율, 체중, 체장이 CFA34에 있는 QTL에 의해 영향을 받는다고 발표함

[털색관련 유전자의 분석 및 발굴]

-Shearin, Ostrander(2010), Karlsson(2007), Kerns(2004), Schmutz(2003): ASIP, MC1R, 그리고 MITF 3 가지 유전자가 개 품종의 털색에 주요 원인이라고 발표함. 또한 특정색과 패턴을 나타내는 다른 유전자 (TYRP1, MLPH, and SILV)들도 밝혀냄.
-Cadieu(2009): 80 여개가 넘는 종들을 whole genome 분석하여 털의 특성(패턴, 길이, 곱슬정도, 문양)들이 RSPO2, FGF5 and KRT71 유전자들의 돌연변이에 의해서 나타난다고 밝힘.

6. 질병관련 원인분석 및 유전자 탐색

- 인간과 개는 당뇨병이나 암처럼 동일한 질병이 많음. 개의 유전체 분석을 통해서 질병에 관한 정보를 캐낼시, 인간 질병의 선행연구가 될것임
- Broad Institute of MIT/Harvard에선 개의 질병관련(암, 심혈관질환, 면역질환등) 연구를 수행중 임.
- 사이트: <http://www.broadinstitute.org/>

7. Working dog을 위한 육종

- International Working Dog Conference(IWDC, USA)에선 구조견, 가이드견, 보조견, 경찰이나 군견, 감지견같이 특수 목적에서 활동하는 개 육종을 위한 연구학회가 2년마다 개최
- 품종 향상을 위한 선발프로그램 및 질병과 대책에 관한 연구를 발표하고 있음
- 사이트: <http://iwdba.org/>

8. SNP chip을 이용한 유전체 분석

- 닥스훈트의 짧은 다리부터 Shar-pei의 주름진 피부까지 나타나는 특수한 특징들을 유전체를 이용하여 분석함 : 이 구별되는 특징들이 선택적 인위선발로 인해서 나타난 것이라 밝힘
- Dr. Joshua Akey, University of Washington(UW, USA)에 따르면 비록 14000년 전부터 길들여져온 개지만, 품종의 다양성은 불과 몇 세기전의 강도 높은 인위 선발 때문이라 밝혀냄. 이 인위선발로 인하여 몸집, 색깔, 문양, 행동, 골격구조의 변이가 늘어나게 된 경위라 밝힘.
- 연구진들은 비글, 닥스훈트, 셰퍼드 푸들 등 10가지 품종에서 275마리의 서로 관련 없는 개의 유전체를 SNP chip으로 분석하여 인위선발의 큰 특징이 되는 후보유전자를 가지는 155개 유전체 구간을 밝혀냈고, 이런 인위선발로 인한 진화가 현재 개 품종 표현형들의 다양성에 큰역할을 한다는 증거를

밝힘.

9. 시베리안 허스키 및 알래스카 말라뮤트 육종

- the National Institutes of Health Bethesda(USA)에서 시베리안 허스키와 알래스카 말라뮤트를 다른 종과의 교잡을 통하여 썰매 경주의 종류에 따른 적합한 개체의 육종 전략 수립 및 적용
- 서로 다른 141종에서 썰매견 199, 순종 681 개체를 무작위 선별, 각 개체의 형질을 측정 후 다양한 선발 계획을 적용하여 개량효과 평가.
- 사이트 : <http://www.genome.gov/27540617>

10. 인간과 동물 질병의 모델로 이용

- The Roslin Institute(University of Edinburgh, UK)에선 개 품종간의 관계와 육종의 역사를 이해하는 것이 영국에 있는 개 집단의 유전적 다양성을 연구하는 것이며, 품종에 따른 특이 질병과 변이에 관한 정보를 알아낼 수 있을 것이라 하여 이와 관련한 연구가 진행 중임.
- 경제적으로 피해가 우려될만한 질병(감염성 질병이나, 심장질환) 유전자를 밝혀내기 위해 개의 유전체를 분석함.
- 사이트 : <http://www.roslin.ed.ac.uk/kim-summers/canine-models-of-human-and-animal-disease/>

11. 다양한 개 형질에 관한 유전지도 작성

- the National Human Genome Research Institute's Cancer Genetics Branch(USA)에서 개의 많은 형질에 관한 다양한 변화의 원인인 유전자에 대한 지도를 작성함.
- 80종 915개체, 야생형 83개체를 대상으로 변화에 대한 유전형 지도를 작성, 이를 통하여 개의 DNA 마커 사이에 존재하는 신체적 형질과 관련된 변화 정도를 측정함.
- 사이트 : <http://www.genome.gov/27540744>

12. 고대 개 유전자 연구

- University of California(USA)에서 고대의 개 유전자를 연구하여 순종에서 나타나는 유전적 질환을 근절하기 위한 연구를 개시.
- 순종으로 등록된 21개체와 유전적으로 유사관계가 높은 종의 DNA sample을 통한 300여개의 marker를 통하여 유전적 질환의 원인과 해결방안 모색
- 사이트 : <http://www.vetmed.ucdavis.edu/whatsnew/article2.cfm?id=1124>

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

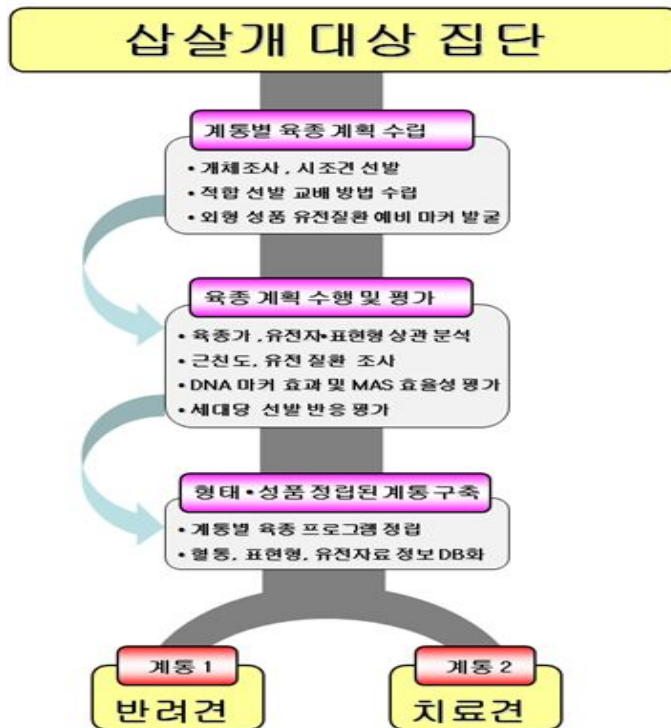
제 1 절 연구목표 및 연구 주요 내용

1. 연구목표

가. 최종목표

- 국제적 견종으로서 세계 애견산업에 부응하는 삼살개의 산업화를 위하여, 고전 및 분자 육종기법을 적용한 삼살개 품종 정립 및 계통별로 형태 및 성품 고정

나. 단계별 목표



(1) 1단계: 삼살개 계통 조성 기반 구축, 분자표지 마커의 발굴 및 육종 프로그램 확립

- 용도별 (반려견, 치료견) 계통 조성 위한 시조 그룹 결정 및 외형·성품 정립
- 각 용도별 적합 육종 프로그램 구축 및 적용
- 삼살개의 정액 특성분석 및 정액 동결보존법 확립
- 외형·성품 및 개의 주요 유전 질환 관련 분자표지 인자 마커 (SNP) 발굴

(2) 2단계: 삼살개 용도별 육종 계획 수행

- 용도별 주요 형질들을 보정한 선발·교배 수행 및 선발 반응 평가
- 동결정액을 이용한 인공수정 및 우량형질 개체 생산
- 발굴된 DNA 마커 효과를 조합한 분자육종선발 (MAS) 프로그램 개발 및 적용

(3) 3단계: 삽살개 용도별 정립된 계통 생산 및 산업화 시스템 구축

- 계통별 집단의 형질 고정화, 육종 프로그램 구축 및 개체 생산
- 우량 삽살개 및 애완종견의 정액보존 산업화
- 계통별 선발된 개체들에 대한 마커와 마커 보정 육종가, 근친도 및 기타 개체 정보를 효율적으로 제공하기 위한 DB 구축

2. 연구 주요 내용

가. 삽살개 용도별 계통 조성

- 용도별 (반려견, 치료견) 외형·품성 정립 및 계통별 시조 그룹 결정
- 계획 교배 수립 및 세대별 근친도, 외형 및 유전 질환 조사
- 계통별 외형 및 품성 평가 및 적합 개체들 선발 및 교배

나. 계통별 육종 목표에 적합한 프로그램 개발, 평가 및 적용

- 용도별 형질에 대한 육종 목표 설정
- 혈통과 표현형 정보에 근거한 고전 육종방법 확립, 모의실험 수행 및 적용
- 발굴된 형질 관련 DNA 마커를 조합한 육종가 모델 (MAS) 개발, 적용 및 평가
- 혈통과 표현형 정보에 근거한 고전 육종방법과 비교하여 MAS에 의한 개량효과 평가

다. 삽살개 용도별 정립된 계통 생산 및 산업화 시스템 구축

- 계통별 집단의 특이 형질 고정화, 육종 프로그램 구축 및 개체 생산
- 우수종견 정액의 동결보존 및 인공수정 산업화 구축
- 계통별 선발된 개체들에 대한 마커와 마커 보정 육종가, 근친도 및 기타 개체 정보를 효율적으로 제공하기 위한 DB 구축

제 2 절 연구내용 및 수행결과

1. 용도별 육종목표 설정 및 수행 전략

가. 육종 최종목표

- 외형: 건강상태 좋은것, 체고, 체장, 체폭, 체중
- 주요 외형(체고, 체중) 육종 목표치 설정

목표		체고(cm)		체중(kg)	
		평균	범위	평균	범위
연구 수행진	암	52.7 (3.3)	43-62	19.3 (1.9)	14-25
	수	56.3 (3.8)	47-68	21.1 (2.7)	15-32
반려견	암	54	49-58	22	18-26
	수	56	52-62	25	21-29
치료견	암	56	52-60	25	21-29
	수	59	55-64	29	25-33



- 모상태: 잉김이 없는 것, 직모인 것 선별
- 성품: 정서, 친화력, 타인경계심, 적응성, 체혈시반응, 공격성, 활동성이 가장 우수한 개체
- 번식능력: 시조견 슛컷의 정액 특성 우수 개체
- 질환: 교합, 랑조, 교환, 결치 없는 개체
- 시조견 암수교배시 근친도 최소화한 시조견 선택
- 반려견, 치료견 체고·체중 목표치에 가까운 육종가를 가진 시조견을 선별

나. 교배 수행

(1) 교배 수행 방법

- 총 4 계통 (청·황삽사리 x 반려견·치료견)으로 분류
- 각 계통별 암·수시조견 각각 10마리, 5마리 선별
- 시조견간 근친도 고려한 적합 교배 방법 적용

(2) 선발된 시조견들의 특성

○ 2009년에 삽살개 육종연구소 내 부모견 가능 개체 330두 중에서 총 40두 선발:

반려견 18두 (청: 수3두, 암7두, 황: 수3, 암5두)

치료견 22두 (청: 수3두, 암6두, 황: 수5, 암8두)

평균값		체고(cm)		체중(kg)		체장(cm)		체폭(kg)	
		표현형	육종가	표현형	육종가	표현형	육종가	표현형	육종가
반려견	암	53.2	54.3	19.0	19.9	59.5	60.5	22.7	23.6
	수	57.5	55.0	20.0	20.1	65.7	62.3	26.3	23.9
치료견	암	56.3	55.3	20.3	20.2	64.9	63.1	25.8	24.0
	수	61.7	56.4	23.6	20.5	67.0	62.8	25.8	23.9

용도	모색	개체번호	근친계수	성별	생년월일	체고(cm)(육종가)	체장(cm)(육종가)	흉심(cm)(육종가)	체중(kg)(육종가)				
반려견	청	1A704	0.18	부	2005-09-05	57.0	55.0	65.0	62.5	26.0	23.9	21.0	20.5
반려견	청	1A707	0.18	부	2005-09-05	58.0	55.3	68.0	63.5	27.0	23.9	20.0	20.4
반려견	청	1A836	0.12	부	2006-04-24	59.0	55.1	60.0	59.2	24.0	23.4	18.0	19.5
반려견	청	B119	0.03	모	2001-09-13	52.8	54.6	61.0	62.5	19.2	24.1	18.0	19.3
반려견	청	B628	0.08	모	2003-01-09	53.0	55.2	55.2	59.6	21.0	23.5	21.0	20.1
반려견	청	B853	0.07	모	2003-08-25	50.3	53.6	54.0	58.6	21.7	23.5	21.0	20.2
반려견	청	B885	0.06	모	2003-11-08	53.0	55.3	61.0	62.0	21.0	23.4	21.0	20.2
반려견	청	C149	0.08	모	2005-11-01	52.0	53.6	59.0	60.3	23.0	23.5	18.0	19.9
반려견	청	C467	0.12	모	2007-08-08	53.0	53.1	61.0	60.5	24.0	23.3	17.0	18.8
반려견	청	C503	0.06	모	2007-10-04	52.0	52.9	59.0	59.9	26.0	23.7	18.0	19.6
반려견	황	3A119	0.12	부	2003-07-25	56.0	55.8	65.0	63.2	28.0	24.5	20.0	20.0
반려견	황	3A417	0.12	부	2005-08-02	56.0	53.4	66.0	61.3	27.0	23.8	21.0	20.1
반려견	황	C361	0.13	부	2006-12-07	59.0	55.3	70.0	64.2	26.0	24.2	20.0	19.9
반려견	황	B801	0.17	모	2003-08-01	53.1	54.4	58.0	59.7	20.0	23.3	19.5	20.2
반려견	황	C158	0.08	모	2005-11-12	55.2	54.9	59.9	60.1	25.0	23.8	16.0	19.4
반려견	황	C216	0.07	모	2005-12-21	54.0	54.5	57.9	59.3	20.1	23.1	16.0	19.5
반려견	황	C265	0.06	모	2006-07-31	55.0	54.1	65.0	61.7	25.0	23.7	20.0	20.1
반려견	황	C317	0.13	모	2006-09-17	55.0	55.1	63.0	61.9	26.0	24.0	22.0	21.0
치료견	청	6A241	0.11	부	2003-10-25	68.0	60.4	76.0	67.8	29.0	24.2	28.0	21.3
치료견	청	B505	0.20	부	2002-11-06	60.4	56.5	65.0	63.0	26.0	23.9	25.5	21.3
치료견	청	C143	0.18	부	2005-10-23	63.0	56.9	64.0	60.7	23.0	23.3	22.0	20.2
치료견	청	1A183	0.10	모	2002-11-26	59.3	57.5	68.0	64.5	22.3	23.5	25.0	21.0
치료견	청	1A723	0.09	모	2005-09-27	59.0	56.8	64.0	62.9	26.0	23.8	20.0	20.2
치료견	청	A900	0.15	모	2001-06-29	54.0	56.2	59.7	63.3	21.1	24.0	20.0	19.6
치료견	청	B529	0.11	모	2002-12-03	53.0	54.4	61.0	62.2	25.0	23.9	18.5	19.5
치료견	청	C460	0.10	모	2007-08-16	54.0	53.0	60.0	59.7	26.0	23.7	20.0	20.0
치료견	청	C559	0.11	모	2007-12-10	57.0	55.8	63.0	62.4	29.0	24.2	22.0	20.7
치료견	황	2A26	0.10	부	2001-12-27	58.6	55.6	66.0	62.5	23.0	24.2	26.5	21.0
치료견	황	2A535	0.10	부	2006-02-12	65.0	57.5	72.0	64.5	27.0	23.8	23.0	20.5
치료견	황	A208	0.17	부	1999-07-19	55.4	54.3	59.0	60.2	22.0	24.2	24.0	20.4
치료견	황	C336	0.09	부	2006-10-26	60.0	54.1	64.0	60.7	29.0	24.1	20.0	19.8
치료견	황	C523	0.09	부	2007-10-09	63.0	56.2	70.0	62.7	27.0	23.5	20.0	19.5
치료견	황	1A25	0.12	모	2001-10-30	57.0	56.7	67.0	64.9	28.0	24.5	20.0	19.9
치료견	황	1A935	0.01	모	2006-11-03	58.0	56.0	66.0	63.2	27.0	24.1	22.0	20.8
치료견	황	1A937	0.01	모	2006-11-03	55.0	55.1	63.0	62.3	26.0	24.1	21.0	20.7
치료견	황	2A630	0.17	모	2006-10-17	55.0	54.5	65.0	63.2	27.0	24.2	21.0	20.1
치료견	황	C176	0.09	모	2005-12-11	57.0	54.3	70.0	63.9	26.0	23.7	19.0	20.0
치료견	황	C276	0.08	모	2006-07-30	57.0	55.8	68.0	64.0	25.0	24.1	17.0	20.1
치료견	황	C405	0.10	모	2007-05-16	57.0	54.6	66.0	63.2	26.0	23.8	19.0	20.1
치료견	황	C451	0.08	모	2007-07-22	56.0	54.1	68.0	63.3	27.0	24.2	19.0	20.0

- 총 40두의 근친 계수 평균은 0.11로 나타나서 시조조건에 교배 근친도를 고려하는게 매우 중요하다고 판단됨. 이 근친 계수 평균은 시조견들 뿐만아니라 이 집단의 원 첫세대에서 8마리로 시작되었기 때문에 높은 근친도를 피할 수 없음.
- 주요 육종 형질인 체고의 경우 반려견과 치료견 양쪽 모두 목표치에 도달되어진 평균값을 나타냄. 따라서 다음 세대 육종의 주 계획은 개체들간의 변이(편차)를 줄이는 쪽에 육종 초점을 두고 수행하였음.
- 주요 육종 형질인 체중의 경우 반려견 및 치료견 모두 목표치에 도달하지 못한 평균값을 나타내고 있음. 따라서 다음 세대 육종의 주 계획은 용도별로 적합한 체중으로 늘리는 육종 방향으로 수행하였음.

○ 동일 시조건들에 대하여 주요 유전 질환, 모질 및 성품관련 분포는 아래 표에 설명되어 있음.

용도	모색	개체번호	성별	교합	량조	결치	설반	털영김	모질	정서	주인친화	타인경계	환경적응	채혈반응	공격성	활동력
반려견	청	1A704	부	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
반려견	청	1A707	부	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0
반려견	청	1A836	부	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
반려견	청	B119	모	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
반려견	청	B628	모	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	1	0
반려견	청	B853	모	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1
반려견	청	B885	모	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1
반려견	청	C149	모	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
반려견	청	C467	모	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
반려견	청	C503	모	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0
반려견	황	3A119	부	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
반려견	황	3A417	부	0	0	1	s	1	1	0	0	1	0	0	2	1
반려견	황	C361	부	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1
반려견	황	B801	모	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
반려견	황	C158	모	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
반려견	황	C216	모	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1
반려견	황	C265	모	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	2	0
반려견	황	C317	모	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	청	6A241	부	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	청	B505	부	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
치료견	청	C143	부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
치료견	청	1A183	모	0	0	0	s	1	1	0	0	1	0	0	2	1
치료견	청	1A723	모	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	청	A900	모	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1
치료견	청	B529	모	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	청	C460	모	C	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	2	0
치료견	청	C559	모	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	황	2A26	부	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	2	1
치료견	황	2A535	부	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	황	A208	부	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1
치료견	황	C336	부	0	0	0	s	1	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	황	C523	부	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	황	1A25	모	0	0	0	s	1	1	0	0	1	0	0	2	1
치료견	황	1A935	모	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1
치료견	황	1A937	모	0	0	0	s	2	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	황	2A630	모	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	황	C176	모	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
치료견	황	C276	모	0	0	0	s	1	0	0	0	1	0	0	1	1
치료견	황	C405	모	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	1	1
치료견	황	C451	모	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	2	0

- 교합: 39두 모두 정상이며 한 마리만 미약한 부정교합 (C: cutting) 존재

- 량조: 40두 모두 량조가 보이지 않음 (정상)

- 결치: 38두 정상이며 2두만이 1개의 결치를 보임.

- 설반: 6두가 설반이 존재하며 나머지 34마리는 정상임.

- 털영김: 17마리가 반영김 현상이 나타나며 10마리는 영김현상이 나타남

- 모질: 대부분이 직모이며 6마리가 반곡모(1)이고 2마리는 곡모를(2) 가짐.

- 정서: 39마리가 정상이며 한 마리는 미약한 정서불안(1)을 보임

- 주인친화력: 모두가 주인에게 잘 따름.

- 타인경계성: 일반적으로 대부분이 타인을 경계하며(1), 한 마리는 심한 경우(2)를 보임

- 환경적응성: 대부분이 주변 환경에 적응을 잘 하거나(0), 있는 경향을 보임 (1).

- 채혈시 반응: 대부분이 채혈시 순종하거나, 두 마리의 경우 약간의 피부경련을 보임 (1).
- 공격성: 두 마리만 공격성향이 없고 대부분이 미비하게 있거나(1) 공격성향을 보임 (2).
- 활동력: 대부분이 활발하거나(0), 활발한 성향을(1) 보임.
- 결론: 시조건으로 선발된 개체들은 주요 유전질환은 가지고 있지 않고, 활동성 및 주인과 친화력이 뛰어나지만, 치료건으로서 위배되는 성품인 공격성향은 육종으로 인한 강도 높은 육종수행이 필요하였음.

(3) 용도별 (반려견, 치료건) 육종 프로그램 수행

○ 선발된 시조건들의 교배 현황 (2011년 12월 현재)

반려견	부견	모견	교배일	출산예정일	출산일	출산두수	기타	생존두수
청	1A707	C149	09.3/27	09.5/27~			합방	
청	1A704(흑룡)	B119	09.5/27~6/1	09.7/27~8/1			합방	
청	1A836(금웅)	B853	09.6/11 6/15	09.8/11~8/15	09.8/12	BM3	6/9 합방	BM3
청	1A704(흑룡)	C503	09.6/15 6/17	09.08/15~8/17	09.8/16	BM4,BF1		BM4,BF1
청	1A707(하늘)	B885(곰실)	09.6/29 7/1	09.8/29~9/1	09.8/26	BM1,BF6		BM1,BF5
청	1A836(금웅)	B628	09.7/13 7/15	09.9/13~9/15				
청	1A704(흑룡)	C467	09.9/15,9/16	09.11/15~11/16				
청	B809(야지)	C149	09.10/22~	09.12/22~			합방	
청	1A704(흑룡)	B853	09.12/26~	10.2/26			합방	
청	1A707(하늘)	B814	09.12/04~	10.2/4			합방	
청	1A707(하늘)	B765	10.1/4~	10.3/4~			합방	
청	1A704(흑룡)	B885(곰실)	10.6/11~	10.8/11~	10.8/24	BM1 BF7	합방	BF5
청	1A836(금웅)	3A660(하늘)	10.6/13	10.8/13	10.8/15	BM5,BF3		BM5,BF3
청	B809(야지)	C503	10.11/5~	11.1/5~			합방	
청	C799	C828	10.12/27~	11.2/27~			합방/F1	
청	B994	C803	10.12/7~	11.2/7~			합방/F1	
청	C799	C797	11.1/27~	11.1/27			합방/F1	
청	C794	C797	11.6/22~	11.8/22~	11.8/26	BM5,BF1	합방	BM5,BF1
청	1A704(흑룡)	C467	11.7/21 7/22	11.9/21~9/22			합방	
청	1A836(금웅)	C149	11.7/26~	11.9/26~			합방	
청	C799	C503	11.9/28~	11.11/28~			합방	
황	3A119(보노)	B801	09.4/13 4/15	09.6/13~6/15	09.5/15	YM1,YF2		YM1,YF2
황	3A417(복길)	C317	09.7/22,7/25,7/27	09.9/22~9/27				
황	C361(준동)	C216	09.7/25,7/27	09.9/25				
황	3A417(복길)	C329	09.10/22 10/26	09.12/22~12/26	09.12/24	YM2,YF2		YM2,YF2
황	C361(준동)	C265	09.10/4,10/6	09.12/4~12/6	09.12/3	YM2,YF2		YM2,YF2
황	B986(미루)	C500	09.11/10~	10.1/10~			합방	
황	3A417(복길)	C329	10.6/24,6/26,6/29	10.8/24~8/29	10.8/28	YM1,YF2,WM1,WF2		YM1 YF2 WM1 WF1
황	3A417(복길)	B801	10.7/12	10.9/12				
황	C361(준동)	C265	10.10/18~	10.12/18~	10.12/28	YM1,WF2	합방	YM1,WF2
황	B986(미루)	C500	10.10/29~	10.12/29~	11.1/4	YM1,BF2	합방	BF1
황	C361(준동)	C317	10.10/29~	10.12/29~			합방	
황	C361(준동)	C917	10.12/21~	11.2/21~			합방	
황	B925	C158	11.6/5~	11.8/5~	11.8/5	YM3,YF3	합방	YM3,YF3
황	B925(풍철)	C158	11.6/5~	11.8/5~			합방	
황	3A417(복길)	C329	11.6/5,6/7	11.8/5~8/7	11.8/8	YM2,YF2		YM2
황	B986(미루)	C777	11.6/8~	11.8/8~	11.8/10	YM2,YF4	합방/F1	YM1,YF3
황	C361(준동)	C317	11.6/22	11.8/1~	11.8/22	YM1,YF3	합방	YM1,YF2
황	B925(풍철)	C216	11.7/19~	11.9/19~	11.9/29	YM6,YF3	합방	YM5,YF3
황	B986(미루)	C500	11.7/19~	11.9/19~	11.10/2	YM2,YF1,BF1	합방	YM2,YF1
황	C361(준동)	B801	11.7/19~	11.9/19~	11.9/19	YM1,YF4	합방	YM1,YF2
황	C908	C888	11.7/28~	11.9/28~	11.9/29	YM5,YF1	합방	YM4,YF1

치료건	부건	모건	교배일	출산예정일	출산일	출산두수	기타	생존두수
청	C143(풍운)	C460	09.4/6 4/8	09.6/6~6/8	09.6/9	BM2,BF4		BM2,BF4
청	C143(풍운)	1A183(은솔)	09.5/4 5/6	09.7/4	09.7/18	BM1		0
청	C143(풍운)	C559	09.06/18 6/20	09.8/18	09.8/16	BM2,BF3		BM2,BF3
청	C143(풍운)	1A723(몽실)	09.6/28,6/30	09.8/28	09.8/26	BM3,BF1		BM3,BF1
청	B505(태양)	A900(은비)	09.7/25,7/27	09.9/25	09.9/27	BM3,BF3		BM3,BF2
청	6A241(두레)	B529	09.7/31	09.10/1	09.9/30	BM2,BF1		BM1,BF1
청	B994	C460	10.01/19~	10.3/19~			합방	
청	6A241(두레)	C559	10.5/31,6/4	10.7/31~8/4				
청	6A241(두레)	1A723(몽실)	10.6/11~	10.8/11~			합방	
청	B994	B529	10.6/15~	10.8/15~	10.8/15	BM3,BF2	합방	BM2,BF2
청	B994	A900(은비)	10.7/9~	10.9/9~			합방	
청	B994	1A183(은솔)	10.8/16~	10.10/16~			합방	
청	B994	1A232(설이)	10.9/10~	10.11/10~			합방	
청	C143(풍운)	1A723(몽실)	10.10/23,10/25	10.12/23~12/25	10.12/24	BM2,BF5		BM1,BF5
청	C143(풍운)	C559	10.11/10	11.1/10	11.1/8	BM1,BF5		BM1,BF5
청	B994	C195	10.11/15~	11.1/15~			합방	
청	C143(풍운)	1A183(은솔)	10.11/19~				합방	
청	C812	C863	10.11/25~	11.1/25~	11.1/30	BM3,BF3	합방/F1	BM2,BF3
청	B505(태양)	C773(검둥)	10.12/13,12/15	11.2/13~2/15	11.2/12	BM5,BF2	F1	BM3,BF1
청	C143(풍운)	C460	10.12/17,12/19	11.2/17~2/19	11.2/15	BM5,BF3	합방	BM4,BF3
청	B505(태양)	C559	11.6/18~	11.8/18~			합방	
청	C143(풍운)	3A660(하늘)	11.7/26 7/28	11.9/26~9/28	11.10/1	BM1,BF5		BM1,BF5
청	C860	C460	11.7/28~	11.9/28~			합방	
황	A208(슈퍼)	1A25(대모)	09.3/25	09.05/25				
황	C523(누리)	C451	09.6/18~	09.8/18~				
황	A208(슈퍼)	1A937	09.6/2 6/4	09.8/2			인공수정/번식실패	
황	A208(슈퍼)	C405	09.6/28 6/30	09.8/28				
황	A208(슈퍼)	2A630	09.9/24,9/28	09.11/24~11/28	09.11/30	YF1		
황	2A535	1A935	09.9/29~	09.11/29~			합방	
황	2A26(쇠돌)	C176	09.10/4 10/6 10/10	09.12/4~12/10				
황	C336	C276	09.10/9~	09.12/9~			합방	
황	C336	1A25(대모)	10.5/20~	10.7/20~			합방	
황	C523(누리)	C405	10.5/24~	10.7/24~			합방	
황	2A26(쇠돌)	1A25(대모)	10.6/13,6/15	10.8/13~8/15				
황	2A26(쇠돌)	C176	10.8/28,8/30	10.10/28~10/30			합방	
황	C523(누리)	C405	10.9/10	10.11/10~	10.11/16	YM2,YF3	합방	YM2,YF2
황	C523(누리)	C451	10.9/19~	10.11/19~	10.11/29	YM3,YF3	합방	YM3,YF3
황	C336	C276	10.10/16~	10.12/16~	10.12/16	YM2,YF1	합방	
황	C336	1A935	10.10/29~	10.12/29~			합방	
황	C336	1A935	10.11/10~	11.1/10~	11.1/11	YM6,YF3	합방	YM1,YF2
황	C523(누리)	1A25(대모)	10.11/23~	11.1/23~			합방	
황	C523(누리)	C451	11.5/23	11.7/23	11.7/29	YM4,YF2	합방	YM3,YF2
황	C336	C349	11.6/18~	11.8/18~			합방	
황	C336	2A630	11.7/19~	11.9/19~	11.9/15	YF5	합방	YF5
황	C523(누리)	C176	11.7/19~	11.9/19~	11.9/19	YM2,YF4,CM1,CF1	합방	YM1,YF4,CM1
황	C336	C405	11.10/7~	11.12/9~			합방	

- 2009년 3월부터 2011년 10월까지 이루어진 총 88번의 교배(반려견 42회, 치료견 46회) 가운데 번식실패 50회, 번식성공 38회.
- 38회의 교배결과 생산된 자손은 총 176두 - 청 반려견 자손 33두, 황 반려견 자손 54두, 청 치료견 60두, 황 치료견 29두.
- 평균 한 복당 산자수는 4.63두 였음.
- 생산된 자손 가운데 1년이 경과한 자손, 즉 형질 정보가 측정된 자손건은 총 53두이고, 그 가운데 반려견이 28두, 치료견이 25두 임.

○ 자손견들의 형질 정보

번호	반려견	견번호(견명)	모성	성별	개체번호	체고	체장	체폭	체중	정서	주친	타견	적응	채혈	공격
1	33	YFC777	YF	F	C777	46	55	20	18	2	2	1	1	2	3
2	38	BFC797	BF	F	C797	47	61	24	20	2	1	1	1	2	3
3	43	BFC828	BF	F	C828	50	58	22	19	2	1	1	1	1	3
4	44	BFC829	BF	F	C829	52	59	25	20	3	2	2	2	2	2
5	45	BFC830	BF	F	C830	53	58	23	21	2	1	1	1	2	3
6	46	BFC831	BF	F	C831	50	53	21	19	2	1	1	1	2	3
7	47	BFC832	BF	F	C832	48	55	22	19	2	1	1	1	2	3
8	50	YFC888	YF	F	C888	53	54	18	19	1	1	2	1	2	3
9	54	YFC910	YF	F	C910	60	70	24	20	1	1	2	1	2	2
10	62	BFA1012	BF	F	A1012	48	58	22	15	1	1	2	1	2	2
11	65	BFA1015	BF	F	A1015	50	60	21	18	1	1	2	2	2	2
12	76	WFA1092	WF	F	A1092	53	63	20	20	1	1	2	1	2	2
평균						50.8	58.7	21.8	19.0	1.7	1.2	1.5	1.2	1.9	2.6
표준편차						3.8	4.6	2.0	1.5	0.7	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5
max						60.0	70.0	25.0	21.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
min						46.0	53.0	18.0	15.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
1	34	BMC793	BM	M	C793	54	58	23	21	2	1	1	1	1	3
2	35	BMC794	BM	M	C794	52	53	24	17	2	2	1	1	2	3
3	36	BMC795	BM	M	C795	55	58	24	22	2	1	1	1	2	3
4	37	BMC796	BM	M	C796	54	54	22	17	2	2	1	1	2	3
5	39	BMC798	BM	M	C798	52	48	22	17	2	1	1	1	2	3
6	40	BMC799	BM	M	C799	48	52	20	15	2	1	1	1	2	3
7	41	BMC800	BM	M	C800	51	52	23	21	2	1	1	1	2	3
8	42	BMC827	BM	M	C827	52	63	21	22	2	1	1	1	2	3
9	48	YMC886	YM	M	C886	59	60	25	23	1	1	2	1	2	3
10	49	YMC887	YM	M	C887	57	66	24	20	1	1	2	1	2	2
11	52	YMC908	YM	M	C908	55	67	25	20	1	1	2	1	2	2
12	53	YMC909	YM	M	C909	58	69	25	24	1	1	2	1	2	2
13	56	BMA1006	BM	M	A1006	52	58	21	20	1	2	2	2	2	1
14	57	BMA1007	BM	M	A1007	48	58	22	17	1	1	2	2	2	2
15	69	YMA1019	YM	M	A1019	51	57	25	20	2	1	2	1	2	3
16	74	YMA1090	YM	M	A1090	61	64	24	22	1	1	2	1	1	2
평균						53.7	58.6	23.1	19.9	1.6	1.2	1.5	1.1	1.9	2.6
표준편차						3.7	6.0	1.6	2.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.3	0.6
max						61.0	69.0	25.0	24.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
min						48.0	48.0	20.0	15.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

번호	치료견	견번호(견명)	모성	성별	개체번호	체고	체장	흉심	체중	정서	주친	타견	적응	채혈	공격
1	36	BFC774	BF	F	C774	47	58	23	18	2	1	1	2	2	3
2	39	BFC803	BF	F	C803	52	60	24	15	2	2	2	2	2	2
3	45	BFC813	BF	F	C813	58	62	22	15	2	2	2	2	2	2
4	47	BFC859	BF	F	C859	48	53	24	20	2	1	1	1	2	3
5	51	BFC863	BF	F	C863	56	65	24	23	2	2	2	2	2	2
6	60	YFA1063	YF	F	A1063	55	63	23	22	1	1	2	1	2	2
7	61	YFA1064	YF	F	A1064	60	70	23	22	1	1	2	1	1	1
8	65	YFA1068	YF	F	A1068	53	64	23	20	1	1	1	1	1	1
9	66	YFA1069	YF	F	A1069	60	70	24	25	1	1	2	1	2	2
10	71	BFA1085	BF	F	A1085	52	60	21	18	1	1	2	1	1	2
11	72	BFA1086	BF	F	A1086	58	67	24	20	1	2	2	2	2	2
평균						54.5	62.9	23.2	19.8	1.5	1.4	1.7	1.5	1.7	2.0
표준편차						4.5	5.1	1.0	3.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
max						60.0	70.0	24.0	25.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
min						47.0	53.0	21.0	15.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1	37	BMC801	BM	M	C801	60	62	23	21	3	1	1	1	1	3
2	38	BMC802	BM	M	C802	60	65	25	25	3	1	1	1	1	3
3	43	BMC811	BM	M	C811	54	65	24	24	1	1	2	1	2	2
4	44	BMC812	BM	M	C812	61	61	23	21	2	2	1	1	2	3
5	46	BMC858	BM	M	C858	55	60	23	15	2	2	1	2	2	2
6	48	BMC860	BM	M	C860	56	58	23	24	2	2	1	1	2	3
7	49	BMC861	BM	M	C861	56	58	23	24	2	1	1	1	2	3
8	54	BMC996	BM	M	C996	54	63	24	25	2	2	2	1	2	3
9	55	BMC997	BM	M	C997	57	66	25	24	1	1	2	1	2	2
10	58	YMA1061	YM	M	A1061	55	60	23	22	1	1	2	1	2	2
11	59	YMA1062	YM	M	A1062	63	70	28	28	2	1	2	1	2	3
12	64	YMA1067	YM	M	A1067	60	66	22	22	1	1	2	1	2	2
13	68	BMA1082	BM	M	A1082	64	68	25	24	1	1	1	1	1	1
14	69	BFA1083	BM	M	A1083	51	60	21	18	1	1	2	1	2	2
평균						57.6	63.0	23.7	22.6	1.7	1.3	1.5	1.1	1.8	2.4
표준편차						3.8	3.7	1.7	3.2	0.7	0.5	0.5	0.3	0.4	0.6
max						64.0	70.0	28.0	28.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
min						51.0	58.0	21.0	15.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

- 형질정보를 가지고 있는 자손 53마리에 대해서 반려견, 치료견 각각 암수에 대하여 체고, 체중별 평균을 계산하여 체고, 체중에 대한 목표치와 비교하였으며 목표치와 관측치 결과는 아래 표와 같음

<반려견, 치료견 형질정보를 갖는 자손(나이 1년이상)의 형질별 평균>

분류	성별	형질	체고	체장	체폭	체중	정서	주친	타경	적응	채혈	공격
반려견	암	평균	50.8	58.7	21.8	19.0	1.7	1.2	1.5	1.2	1.9	2.6
		표준편차	3.8	4.6	2.0	1.5	0.7	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5
	수	평균	53.7	58.6	23.1	19.9	1.6	1.2	1.5	1.1	1.9	2.6
		표준편차	3.7	6.0	1.6	2.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.3	0.6
치료견	암	평균	54.5	62.9	23.2	19.8	1.5	1.4	1.7	1.5	1.7	2.0
		표준편차	4.5	5.1	1.0	3.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
	수	평균	57.6	63.0	23.7	22.6	1.7	1.3	1.5	1.1	1.8	2.4
		표준편차	3.8	3.7	1.7	3.2	0.7	0.5	0.5	0.3	0.4	0.6

<부모 세대의 형질별 평균>

부모	성별	형질	체고	체장	흉심	체중	정서	주친	타경	적응	채혈	공격
반려견	암	평균	52.8	59.6	23.0	19.9	1.1	1.7	1.0	2.1	1.3	1.7
		표준편차	1.5	3.3	2.3	1.2	0.4	0.5	0.0	0.7	0.5	0.8
	수	평균	57.5	65.7	26.3	20.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.3
		표준편차	1.4	3.4	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
치료견	암	평균	55.4	61.5	25.4	20.1	1.0	2.0	1.2	2.0	1.0	1.2
		표준편차	2.5	1.9	2.8	1.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
	수	평균	63.4	68.8	27.3	24.4	1.0	1.0	1.8	1.0	2.0	1.5
		표준편차	3.3	5.5	3.5	2.9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.6

<체중 체고에 대한 목표치 및 관측치 범위>

육종목표치/ 후세대관측치			체고(cm)		체중(kg)	
			평균	범위	평균	범위
반려견	목표	암수	54	48-60	22	18-26
		수	56	50-62	25	21-29
	자식	암수	50.8	46-60	19	15-21
		수	53.7	48-61	19.9	15-24
치료견	목표	암수	56	50-62	25	21-29
		수	59	53-65	29	25-33
	자식	암수	54.5	47-60	19.8	15-25
		수	57.6	51-64	22.6	15-28

- 일반적으로 체고 및 체중에 대한 시조견들의 후손견들은 목표치에 약간 미달되었지만 범위, 즉 개체들간의 변이 정도는 목표치보다 더 줄어드는 경향을 보였음. 이와 같은 결과는 시조견들을 선발시에 육종 목표치에 근접한 개체들을 선별하여 생산되어진 자손들에게 나타나는 기대치로 보여 질 수 있지만 적은 개체수 (N=53) 및 모의실험결과에서 나타났듯이 체중에 대하여 2세대 육종으로는 목표치에 근접하지 않게 나타났으므로 지속적인 후세대의 선발 교배 프로그램 수행이 필요함.
- 하지만 1~2세대 후손견들의 생산으로 많지 않지만 육종 수행으로 인하여 조금이라도 개체들간의 변이를 줄어줄게 했다는데 본 연구결과의 의미를 갖을 수 있음.
- 성품측면에서는 공격성향은 평균이 반려견 2.6, 치료견이 2.2로 부모 시조견들보다 더 높은 경향을 보였는데 이러한 결과는 부분적으로 후손견들의 적은 개체수로 기인되는 것으로 보임. 하지만 성품에 관한 유전력은 매우 낮기 때문에 (아래결과 참조) 후천적인 학습프로그램 수행으로 개선해야 할 필요

성이 있음.

(4) 번식율과 번식회기의 기간에 대한 설명 및 영양에 대한 보충설명

번식율에 관여하는 가장 큰 요인으로 발정횟수와 교배후 임신 수태율이다.

본 연구에서는 치료견과 반려견 시조건의 모견으로 40두를 선정하여 발정횟수가 2009년 9월부터 2011년 12월 까지 88회 발정으로 매우 낮게 조사되었다.

또한 본 연구에서 88회의 교배를 실시한 결과 총 38회 출산으로 총 43%의 낮은 출산율로 조사되었다.

본 연구에서 가장 아쉬운 부분은 번식률의 수치가 낮은 부분으로 주원인은 발정과 수태율이 낮아서이며 이는 본 연구 기간 동안 본 연구 대상 삽살개의 경우 집단번식의 특성상 발정이 집단으로 오는 경향이 있으며 삽살개 집단은 통상 5월~ 6월경에 집단으로 발정이 오는데 이시기에 기상의 저온현상의 원인으로 파악된다.

삽살개의 경우 번식회기가 통상 1년에 1회 정도로 번식률을 높이 위해서는 번식회기의 단축에 대한 연구가 필요하며 이를 위해서는 보통5-6개월에 한번 씩 오는 발정주기를 단축하는 연구와 발정을 유도할 수 있는 발정유도제의 개발이 절실히 필요하다.

또한, 영양에 대한 연구는 매우 필요한 연구로 삽살개의 균형된 영양상태는 삽살개의 발정과 수태율에 많은 영향을 미치는데 앞으로 삽살개 영양에 대한 추가 연구를 통하여 삽살개 종모견과 종빈견들의 영양상태를 조사하고 발정율과 수태율을 높이기 위한 연구와 이를 통하여 양질의 삽살개 사료 개발의 필요성이 요구된다.

다. 육종목표에 적합한 모의실험

(1) 모의실험 목적

○ 계통별(치료견, 반려견) 시조건 선발 및 후세대 선발시에 선발 강도와 교배로 인하여, 3 세대동안 (과제수행기간) 주요 외형 형질인 체중 및 체고에 대하여 세대별 형질측정치가 목표치에 해당하는 정확도(accuracy)와 정밀도(precision)를 평가 하고자 함.

(2) 모의실험 설계

○ 1세대 대상 개체집단: 총 331두 (삽살리 육종연구소에서 사육되는 개체수, 부견:모견, 128두: 203두)

○ 앞서 Animal Model에 의하여 체고·체중에 대한 추정 육종가 값에 근거한 선발

○ 선발시 암수별로 계통별 목표치에 가장 근접한 육종가 값을 가진 개체별로 선발

○ 1(2)세대에서 다음 세 번의 선발 강도 방법에 의한 2(3)세대 자손 생산을 위한 부모견 선발:

선발 강도 1: 부견후보 최적합 5% 모견후보 최적합 13%

선발 강도 2: 부견후보 최적합 10% 모견후보 최적합 25%

선발 강도 3: 부견후보 최적합 20% 모견후보 최적합 50%

○ 선택되어진 부모 후보견들간의 교배는 두 부모 후보견들 육종가의 평균이 목표치에 가장 가까이 갈 수 있도록 선택하여 임의 교배하였으며, 부견후보의 경우 한번 이상 모견 후보와 교배되었음.

○ 선발 후보 부모견들간의 교배로 태어난 총 자손수는 1세대의 자손수와 (N=330) 유사한 크기로 나오도록 수행하였으며, 따라서 동일한 부모견들간의 다산 교배를 고려하였음.

○ 각 선발 강도마다 100번의 모의실험을 수행하였고 세대별로 각각의 평균값, 표준편차 및 세대당 개

체들의 근친계수 평균을 구하였음.

(3) 모의실험 결과

반려견		체고 (cm)					체중 (kg)				
선발강도	세대	부견평균	표준편차	모견평균	표준편차	근친계수	부견평균	표준편차	모견평균	표준편차	근친계수
목표치		56		54			25		22		
부견5% : 모견13%	1	55.6	1.0	52.6	1.0	0.084	21.5	1.0	18.5	1.0	0.079
	2	56.5	1.0	53.5	1.0	0.098	23.9	1.1	20.9	1.1	0.090
	3	56.5	1.0	53.5	1.0	0.138	25.0	1.0	22.0	1.0	0.135
부견10% : 모견25%	1	55.6	1.0	52.6	1.0	0.100	21.5	1.0	18.5	1.0	0.099
	2	56.5	1.0	53.5	1.0	0.107	23.4	1.1	20.4	1.2	0.114
	3	56.5	1.0	53.5	1.0	0.120	24.8	1.0	21.8	1.0	0.126
부견20% : 모견50%	1	55.6	1.0	52.6	1.0	0.096	21.5	1.0	18.5	1.0	0.101
	2	56.4	1.1	53.4	1.1	0.100	22.9	1.3	19.8	1.3	0.105
	3	56.4	1.0	53.4	1.1	0.108	24.0	1.3	21.0	1.3	0.111
치료견		체고 (cm)					체중 (kg)				
목표치	세대	부견평균	표준편차	모견평균	표준편차	근친계수	부견평균	표준편차	모견평균	표준편차	근친계수
목표치		59		56			29		25		
부견5% : 모견13%	1	55.6	1.0	52.6	1.0	0.100	21.5	1.0	18.5	1.0	0.079
	2	58.9	1.0	55.9	1.0	0.116	23.9	1.1	20.9	1.1	0.100
	3	59.0	1.0	56.0	1.0	0.138	25.8	1.1	22.8	1.1	0.129
부견10% : 모견25%	1	55.6	1.0	52.6	1.0	0.092	21.5	1.0	18.5	1.0	0.099
	2	58.6	1.1	55.6	1.1	0.095	23.4	1.2	20.4	1.2	0.108
	3	59.0	1.0	56.0	1.0	0.117	25.1	1.2	22.1	1.2	0.110
부견20% : 모견50%	1	55.6	1.0	52.6	1.0	0.102	21.5	1.0	18.5	1.0	0.101
	2	57.9	1.3	54.9	1.3	0.107	22.9	1.3	19.9	1.3	0.107
	3	58.8	1.1	55.8	1.1	0.106	24.1	1.3	21.1	1.4	0.116

- 반려견의 경우 체고는 부견 및 모견 양쪽 다 목표치 값에 도달하였음 (표준편차 한 단위내에 평균값들이 목표치를 포함). 하지만 체중의 경우 선발강도가 낮을 때(부견20% : 모견 50%) 평균값이 목표치에 도달하지 못하였고 표준편차도 다른 두 선발강도를 적용했을때보다 더 큰 값을 가짐.
- 치료견의 경우 체고는 1:2세대에서는 반려견의 경우와 마찬가지로 부모견 다 양쪽 목표치에 도달하였지만 3세대에서는 약간 미치지 못하였음. 체중의 경우 부모견 모두 3세대에서도 기대값에 훨씬 미치지 못하였으며, 선발강도가 낮았을 경우, 반려견의 경우와 마찬가지로 표준편차 값도 이전 두세대보다 훨씬 더 변이가 크게 나타났음.

(4) 모의실험 결과 분석

- 선발 강도를 높일수록 3세대에서 목표치에 도달하는 경우가 두드러지게 나타났지만, 체중의 경우 치 반려견에서는 목표치에 거의 도달 하였지만 치료견에서는 목표치에 훨씬 미치지 못하였음. 이러한 이유는, 체고형질과 달리, 현 삽사리 집단에서 치료견으로 합당한 또는 근접한 체중 값을 가진 개체들이 매우 적으며, 따라서 2세대에서 체중 육종은 매우 미비한 결과를 초래할 것임. 좀 더 지속적이고 꾸준한 육종 수행이 필요함. 아울러 유전력이 낮은 체중 형질의 경우 보다 적합한 사양관리요건이 병행해야 할 것으로 판단됨.
- 선발 강도가 낮을 경우 목표치에 도달하기 어려울 뿐만 아니라 부모견 유지에 많은 비용 부담과 개체들간의 변이차도 크게 나타났음. 따라서 높은 선발 강도를 택하여 육종 프로그램을 수행하는 것이 효율적임.
- 하지만 선발 강도를 높일 경우 다음세대에서 더 높은 근친도를 유발 할 수 있는데, 한 모의실험의

결과를 표에서 보면 첫세대 개체들의 근친도 평균값은 0.1에 가까운 값을 가지지만 2세대, 3세대를 지날수록 근친도가 높아짐을 볼 수 있음. 또한 선발강도를 높이는 경우가(방법 1) 그렇지 않은 경우보다 (방법3) 높은 근친계수 값을 나타냄. 따라서, 근친도를 적절히 유지하면서(비근친 교배) 선발강도를 높이는게 바람직하며, 실제 본 과제에서 수행하고 있는 경우에는 이 모의실험보다 시료 크기가 더 작으므로 보다 근친퇴화 현상을 인지하여 선발·교배 프로그램을 수행하는 것이 적절하다고 판단됨.

2. 삼살개 정액의 동결보존 및 인공수정 산업화 구축

가. 동결정액보존을 위한 삼살개 정자 특성 연구

(1) 연구배경

○ 개의 동결정액을 이용한 인공수정은 1969년 Seager에 의해 처음 보고된 후, 개의 생식보조술로서 가장 중요한 역할과 중 보존에 기여하고 있다. 하지만 정자의 동결과 해동과정에서 많은 정자가 사멸하고, 정자 침체부의 손실이 크게 발생하여 현재까지 수태율 및 산자수가 크게 감소하는 등 개선되어야 할 부분이 상당히 존재한다. 이와 같은 이유로 최근까지 동결보호제 및 동결온도, 동결완충액, 동결첨가제에 대한 연구가 지속되고 있으나 그 효과는 매우 낮아 현장에서 동결정액을 이용한 인공수정은 적용에 많은 제한이 있어왔다. 따라서 본 연구에서는 동결보존제의 농도조절과 해동시간에 따른 정자의 생존성을 증가시켜 우수삼살개의 번식효율을 향상시키고, 우수 유전형질을 가진 삼살개의 중보존을 위한 기초를 확립하고자 하였다.

(2) 연구 내용 및 방법

○ 실험동물의 사용 및 관리

본 연구에서는 3-4세령의 건강한 삼살개 수컷 2두를 사용하였다. 각 실험동물은 표준규격의 사육케이 지내에서 사육하였고 사료는 1일 2회 체중에 비례하여 급여하였으며, 음수는 자유롭게 섭취하도록 하였다.

○ 정액 채취

정액 채취는 1주일에 1-2회씩 수지 압박법으로 채취하였고 (그림 1), 개의 심리적 안정을 기할 수 있는 조용한 정액채취실내에서 실시하였다. 정액 채취전에 음경포피의 털을 제거하여 정액채취시 이물질이 혼입되지 않도록 하였으며, 음경포피에 잔존되어 있는 이물질을 제거하기 위해 0.9% NaCl 생리식염수로 세척하였다. 발기와 돌출을 유도하여 음경의 구선부위 (bulbus glandis)를 밟고 압박을 가하면서 수압으로 인한 혈관의 파열을 피하면서 수컷의 성적자극을 유도한 조건하에서 정액채취를 실시하였다.



Figure 1. Semen collection by digital manipulation

○ 육안적 정액정상 검사

수압법으로 채취된 개의 정액은 육안적 검사와 현미경적 검사를 실시하여 정액정상을 조사하였다. 정액량, 색깔, 투명도, 점도 등을 육안적으로 실시하였고, Macler sperm counting chamber (ZDL, USA)를 이용하여 정자의 농도, 정자의 운동성, 정자의 형태 등을 현미경을 통해 검사하였다.

○ CASA 분석기에 의한 정자의 운동성 검사

광학현미경에 CCD 카메라를 장착한 Sperm Image Analysis System (SIAS, Medical supply, Seoul, Korea)를 이용하여 정자의 운동성과 운동형태를 관찰하였다. 정자 분석을 위해 Macler counting chamber에 정액을 10ul를 분주하여 200배의 배율로 실시하였다.

○ 정액 동결보존액 제조

동결보존액은 Tris buffer를 사용하였다. Tris buffer는 Tris, citric acid, glucose, Na-Benzylpenicillin 및 streptomycin sulphate을 100ml의 증류수에 희석하여 제조하였다 (Table 1). 1차 동결정액 희석액에는 난황을 20% 첨가하여 제조하였으며 (pH 6.4, 843 mOsm), 2차 동결정액 희석에는 1차 희석액에 12%의 glycerol을 첨가하여 (pH 6.4, 1685 mOsm) 최종 동결정액 희석액의 glycerol 농도는 6%가 되도록 제조하였다 .

Table 1. Composition of Tris buffer

Ingredient	g
Tris	1.4
Citric acid	0.8
Na-benzyl penicillin	0.06
Streptomycin sulphate	0.1

In 100ml distilled water, pH; 6.5, 249 mOsm

○ 정액 희석 및 동결

채취된 정액은 750 x g에서 5분간 원심분리한 후 상층 정장을 제거한다. 원심분리 후 밑 부분에 가라앉은 pellet화 된 정자를 실온에서 다시 부유시킨 후 1차 희석액에 조심스럽게 혼합한다. 이 때의 최종 정자 농도는 4×10^8 이 되도록 한다. 1차 희석정액은 곧 바로 4 °C의 냉장고에 40분간 정치시킨다. 2차 동결 정액 희석액을 40분간 4 °C에서 glycerol 평형을 이룬 후 1차 희석액과 동일량을 혼합하여 최종 glycerol 농도가 6%가 되도록 희석한다. 이 때의 정자 최종 농도는 2×10^8 이 되도록 한다. 희석된 정액은 4 °C의 냉장고에 40분간 정치시킨 후 0.5ml straw에 공기방울을 포함하여 주입한 후 액체질소 위에서 10분간 1차 동결을 실시한다 (straw의 높이는 액체질소로부터 4cm 위에 놓아 동결). 마지막으로 1차 동결된 정액 straw를 -196 °C의 액체질소에 침지하여 동결하며 해동할 때까지 액체질소내에서 보관한다.

○ 동결정액의 해동

동결된 정액 straw는 다양한 온도와 시간동안 온수에서 각각 해동하여 (37 °C for 15 sec, 56°C for 12 sec, or 70°C for 8 sec) 1ml의 tube에 옮겨 37 °C의 수조에 정치하여 실험에 사용하였다.

○ 인공수정

발정 삼살견의 배란일 판정은 Kim 등 (2007)의 보고에 따라 혈청내 progesterone 농도가 4.0 - 7.5 ng/ml에 도달하였을 때를 배란일로 판정하였고, 배란 후 3일째에 용해 정액을 1ml (2×10^8 정자포함)을 질내 주입 인공수정법으로 수정을 실시하였다. 임신진단은 5MHz Linear probe가 장착된 SonoVet 600 초음파진단기를 사용하여 진단하고, 임신여부에 따라 본 실험의 검증의 실시하였다.

(3) 연구결과

○ CASA 분석기에 의한 동결-해동 후 정자의 movement

정액 채취 후 신선정액을 CASA 분석기로 분석한 결과 (표 2)와 동결 해동한 결과를 비교하여 정자의 운동성과 운동양상에 관한 parameter들을 비교하였다. 각 항목은 sperm motility와 movement parameters (VSL, VCL, VAP, ALH, MAD, DNМ, DNC, and Rapid)를 조사하였으며, 그 결과는 각 온도에서 용해한 정자의 motility는 모든 온도에서 약 50 %에서 70 % 정도 하였다. VCL, VAP, VSL, DNC 및 Rapid 는 처음 용해 후 보다 시간이 지날 수록 상승하였으며, 특히 Rapid motile sperm, DNC 및 WOB는 70 °C에서 용해한 실험군에서 유의하게 증가함이 관찰되었다 (표2, 그림 2-9).

Table 2. Analysis of ejaculated fresh semen by CASA and SpermacTM staining

Parameters	Mean ± SD
CON (x 10^8 sperm/ ml)	4.3 ± 1.2
Motility (%)	95.6 ± 2.4
VCL (μ m/sec)	167.8 ± 23.1
VSL (μ m/sec)	68.5 ± 8.3
VAP (μ m/sec)	86.2 ± 8.3
RAPID (%)	86.79 ± 5.5
BCF (Hz)	12.3 ± 1.7

MAD (degree)	19.2 ± 1.8
WOB (%)	51.7 ± 3.8
DNC ($\mu\text{m}^2/\text{sec}$)	1270.7 ± 23.1
ALH (mm)	7.5 ± 0.8
Acrosome intact (%)	91.3 ± 4.0

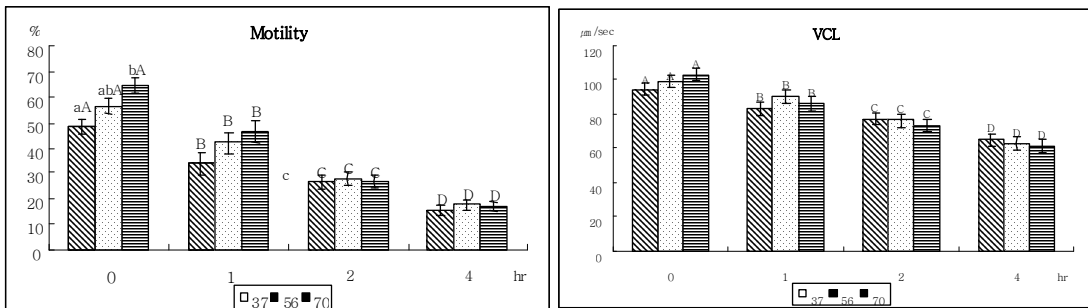


Fig. 2. Change of Motility and VCL of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed at 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.

A, B, C, D bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$.

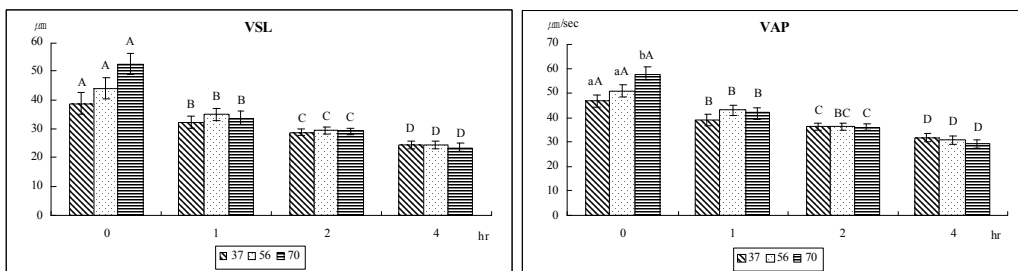


Fig. 3. Change of VSL and VAP of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed at 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.

A, B, C, D bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$.

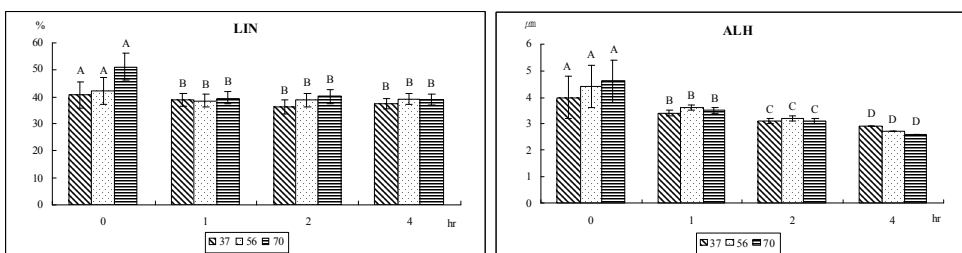


Fig. 4. Change of LIN and ALH of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.

A, B, C, D bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$.

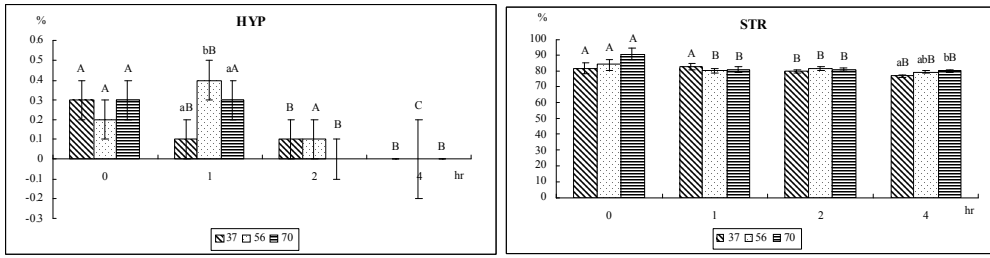


Fig. 5. Change of HYP and STR of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed at 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.

A, B, C bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$

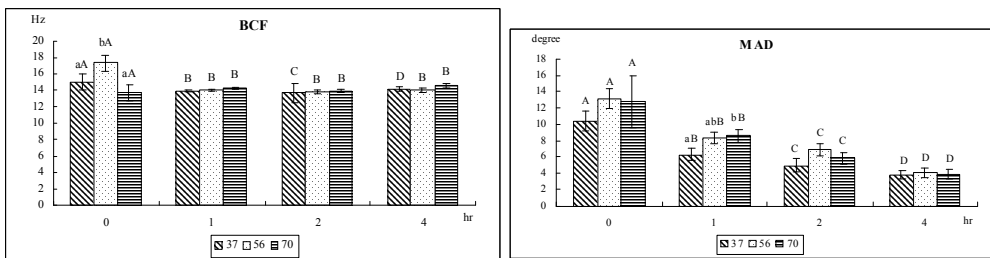


Fig. 6. Change of BCF and MAD of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed at 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.

A, B, C, D bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$.

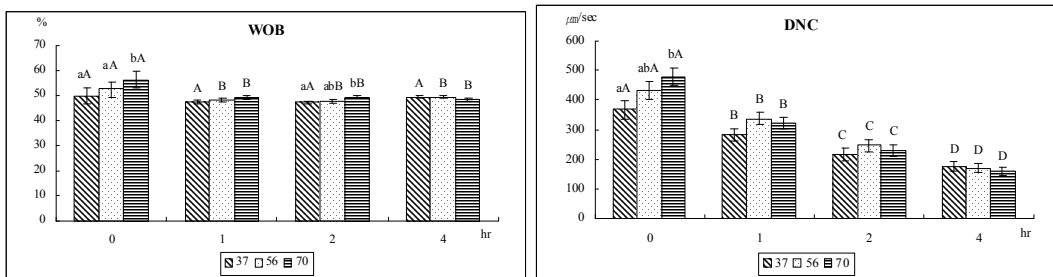


Fig. 7. Change of WOB and DNC of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed at 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.

A, B, C, D bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$.

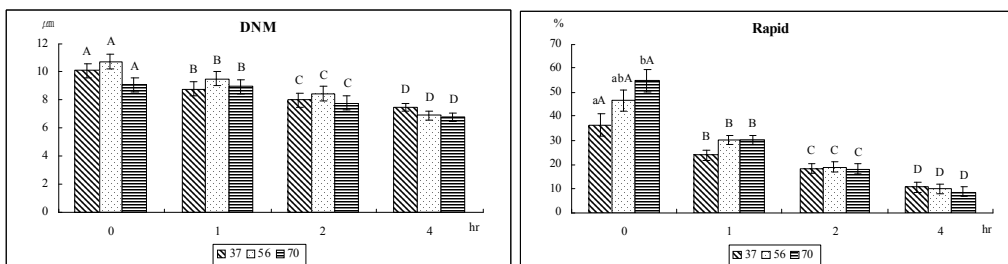


Fig. 8. Change of DNM and Rapid of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed at 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.
 A, B, C, D bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$.

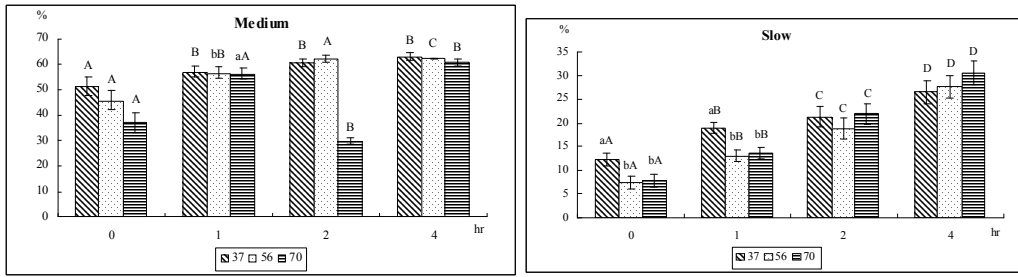


Fig. 9. Change of Moderate and Slow of sperm frozen with 6 % glycerol and thawed at 37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec during incubation at 38°C.

a, b bars (thawing temperature within duration of time) with different letters differ, $P < 0.05$.
 A, B, C, D bars (duration of time within thawing temperature) with different letters differ, $P < 0.05$.

○ 임신진단

질 도말법에 의한 상피세포 관찰과 혈중 progesterone 농도를 관찰하여 배란시기를 판정한 후 난자 성숙기간 3일 후에 인공수정을 실시하여 용해 정자의 수정능을 검증하였다. 인공수정 후 25일째에 초음파진단장치 (SonoVet 600)에 5 MHz Linear 탐촉자를 장착하여 초음파를 실시한 결과 7-8개의 태아를 관찰 할 수 있었다 (그림 10).

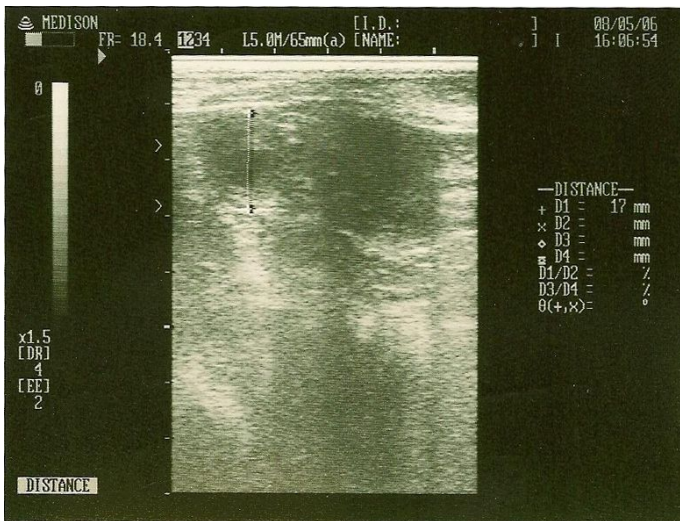


Figure 10. Ultrasonography of a gestation sac after artificial insemination in female dog at day 25.

(4) 연구 결과 요약

- 본 실험 결과 6%의 glycerol 농도로 동결보존액을 제조하여 동결한 정액을 용해하였을 때 70 °C의 온수에서 8초간 해동한 정자의 운동성과 movement가 가장 높은 결과를 나타내었으며, 이를 인공수정에 이용하였을 때 임신이 가능하여 동결정액 제조 및 용해에 적합한 방법으로 판단되었다.
- 이러한 결과는 각 온도에서 용해한 정자의 motility는 모든 온도에서 약 50 %에서 70 % 정도 하였다. VCL, VAP, VSL, DNC 및 Rapid 는 처음 용해 후 보다 시간이 지날 수록 상승하였으며, 특히 Rapid motile sperm, DNC 및 WOB는 70 °C 8초간 용해한 실험군에서 유의하게 증가함이 관찰되었다
- 혈중 progesterone 농도 측정법에 의해 배란시기를 판정한 후 배란 3일 후 70 °C 8초간 용해한 정액

을 인공수정한 결과 임신이 확인되어, 본 실험의 동결정액 제조 및 융해 방법의 유효성이 검증되었다.

나. Trehalose를 이용한 동결해동정액의 운동능력 향상연구

(1) 연구배경

○ 생식 보조 기술의 한 부분으로 동결정액은 종 보존 및 우수한 형질 개량을 위해 가장 많이 이용되고 있다. 그러나, 정자의 동결과 해동과정에서 냉해, 삼투압 등과 같은 많은 피해를 입게 되어 많은 수의 정자가 사멸하고, 수정에 중요한 역할을 하는 정자 침체부의 손실이 크게 발생하여 현재까지 수태율 및 산자수가 크게 감소하는 등 개선되어야 할 부분이 존재하고 있다. 이와 같은 이유로 최근 동결희석액에 이당류인 trehalose를 첨가하여 동결해동 후 정자의 생존력 및 운동능력이 향상되었다는 연구관련 논문이 소, 돼지, 양 등의 가축에서 발표되고 있다.

○ Trehalose는 비환원성 이당류로써, 이전 연구결과에서 정자의 외부막 보호 및 삼투압에 의한 손상 그리고 동결에 의한 손상을 줄여주기 때문에 정자의 생존력과 운동성을 증진시키고, 또한 당이기 때문에 희석액에서 충분한 영양공급역할 또한 담당하게 된다.

○ 따라서 본 연구에서는 동결희석제에 trehalose를 첨가하여 최적의 농도를 도출해 내고, 이후 해동된 정자의 향상된 운동능력을 확인하여 삽살개의 종 보존을 위한 기초연구를 확립하고자 하였다.

(2) 연구 내용 및 방법

○ 실험동물의 사용 및 관리

본 연구에서는 3-4세령의 건강한 비글견 수컷 6두를 사용하였다. 각 실험동물은 표준규격의 사육케이지내에서 사육하였고 사료는 1일 2회 체중에 비례하여 급여하였으며, 음수는 자유롭게 섭취하도록 하였다.

○ 정액 채취

정액 채취는 1주일에 1-2회씩 수지 압박법(digital manipulation)으로 채취하였고, 개의 심리적 안정을 기할 수 있는 조용한 정액채취실내에서 실시하였다. 정액 채취전에 음경포피의 털을 제거하여 정액 채취 시 이물질이 혼입되지 않도록 하였으며, 음경포피에 잔존되어 있는 이물질을 제거하기 위해 0.9% NaCl 생리식염수로 세척하였다. 발기와 돌출을 유도하여 음경의 구선부위(bulbus glandis)를 잡고 압박을 가하면서 수압으로 인한 혈관의 파열을 피하면서 수컷의 성적자극을 유도한 조건하에서 정액채취를 실시하였다.

○ CASA 분석기에 의한 정자의 운동성 검사

광학현미경에 CCD 카메라를 장착한 Sperm Image Analysis System (SIAS, Medical supply, Seoul, Korea)를 이용하여 정자의 운동성과 운동형태를 관찰하였다. 정자 분석을 위해 Macler counting chamber에 정액을 5ul를 분주하여 200배의 배율로 실시하였다.

○ 정액 동결보존액 제조

동결보존액은 Tris buffer를 사용하였다. Tris buffer는 Tris, citric acid, glucose, Na-Benzyl penicillin 및 streptomycin sulphate을 100ml의 증류수에 희석하여 basic extender를 제조하였다. 그리고 대조군에 당을 단당류인 glucose를 첨가하였고, 실험군에는 trehalose를 5, 15, 25, 35mM을 첨가하였다. (Table 1). 1차 동결희석액에는 난황을 20% 첨가하여 제조하였으며 2차 동결정액 희석에는 1차 희석액에 12%의 glycerol을 첨가하여 최종 동결희석액의 glycerol 농도는 6%가 되도록 제조하였다.

Table 1. Composition of semen extender

Ingredient (g)	Basic	Control	Experimental		Extender	
	Extender	Extender	5 mM	15 mM	25 mM	35 mM
Tris	30	30	30	30	30	30
Citric acid	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Na-benzyl penicillin	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Streptomycin sulphate	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
Glucose	-	1.0	-	-	-	-
Trehalose	-	-	0.19	0.58	0.94	1.33

* In 100 ml distilled water

○ 정액 희석 및 동결

채취된 정액은 750 x g에서 5분간 원심분리한 후 상층 정장을 제거한다. 원심분리 후 밑 부분에 가라앉은 pellet화 된 정자를 실온에서 다시 부유시킨 후 1차 희석액에 조심스럽게 혼합한다. 이때의 최종 정자 농도는 4×10^8 이 되도록 한다. 1차 희석정액은 곧 바로 4 °C의 냉장고에 40분간 정치시킨다. 2차 동결정액 희석액을 40분간 4 °C에서 glycerol 평형을 이룬 후 1차 희석액과 동일량을 혼합하여 최종 glycerol 농도가 6%가 되도록 희석한다. 이 때의 정자 최종 농도는 2×10^8 이 되도록 한다. 희석된 정액은 4 °C의 냉장고에 40분간 정치시킨 후 0.5 ml straw에 공기방울을 포함하여 주입한 후 액체질소 위에서 10분간 1차 동결을 실시한다 (straw의 높이는 액체질소로부터 4cm 위에 놓아 동결). 마지막으로 1차 동결된 정액 straw를 -196 °C의 액체질소에 침지하여 동결하며 해동할 때까지 액체질소 내에서 보관한다.

○ 동결정액의 해동

동결된 정액 straw는 다양한 온도와 시간동안 온수에서 각각 해동하여 (36 °C for 60 sec, 54 °C for 15 sec, or 72 °C for 8 sec) 1ml의 tube에 옮겨 37 °C의 수조에 정치하여 실험에 사용하였다.

○ 동결정액의 정자 침체 검사

동결해동된 정자는 Giemsa 염색을 통하여, 정자의 침체부 손상을 확인하였다. 동결해동 정자를 슬라이드 글라스에 얇게 도말하여 건조시킨 뒤, Giemsa staining solution (GS500, Sigma-Aldrich Chemical Company, USA)을 건조된 슬라이드 글라스위에 1ml 정도 얇게 도포되도록 뿌리고, 30~40분이 지난 뒤, 증류수로 용액을 제거하고 현미경으로 침체부위 손상을 확인하였다.

(3) 연구결과

○ 신선정액의 운동능력 및 침체손상 확인

비결건에서 채취한 신선정액의 정자 수 및 운동성은 평균수치 범주에 속해 있고, 운동성은 84% 그리고 손상되지 않은 침체의 비율은 86%를 기록하여 본 실험에 사용함에 있어 적합한 것으로 판단되었다.

Table 2. Assessment of canine fresh semen by CASA and Giemsa staining

Parameters	Mean ± SD
CON (x 10 ⁸ sperm/ml)	2.8 ± 0.8
Motility (%)	84.13 ± 4.28
VCL (μm/sec)	83.36 ± 9.8
VSL (μm/sec)	31.01 ± 2.65
VAP (μm/sec)	52.65 ± 5.37
LIN (%)	42.27 ± 4.34
ALH (μm)	2.14 ± 0.02
STR (%)	64.29 ± 3.26
BCF (%)	6.25 ± 0.60
MAD (degree)	19.47 ± 3.40
WOB (%)	62.80 ± 2.44
Intact acrosome (%)	86.00 ± 3.34

○ Trehalose의 첨가농도에 따른 정자의 운동능력 평가

동결정액의 해동 후 정자의 운동능력은 아래와 같다(Table 3, 4). 해동조건은 36℃에서 60초간 해동을 실시하였고, 아래의 표에서 trehalose 25mM을 첨가한 그룹에서 가장 높은 해동 후 운동성을 기록하였고(47.84%), 대조군(Glucose)과 비교하였을 때, MOT, VAP, MAD가 유의적으로 차이 나는 것을 확인하였다.

Table 3. Effect of trehalose concentration on sperm motility and movement value by CASA on MOT, VCL, VSL, VAP and LIN

Parameters	MOT (%)	VCL (μm/sec)	VSL (μm/sec)	VAP (μm/sec)	LIN (%)	
Glucose	38.10 ± 3.12 ^a	64.36 ± 1.33 ^{ab}	21.20 ± 2.53 ^a	35.70 ± 2.46 ^b	41.96 ± 4.57 ^a	
Trehalose	5 mM	37.82 ± 2.73 ^a	60.20 ± 3.24 ^a	19.46 ± 3.22 ^a	31.98 ± 4.23 ^a	41.48 ± 3.78 ^a
	15 mM	42.88 ± 3.67 ^b	64.06 ± 4.26 ^{ab}	21.72 ± 3.12 ^a	36.48 ± 2.75 ^b	42.34 ± 1.98 ^a
	25 mM	47.84 ± 3.27 ^c	68.26 ± 3.33 ^b	22.88 ± 1.68 ^a	40.24 ± 1.73 ^c	43.10 ± 4.32 ^a
	35 mM	43.14 ± 4.51 ^b	62.62 ± 2.64 ^{ab}	22.94 ± 2.19 ^a	36.82 ± 1.53 ^{bc}	42.30 ± 1.97 ^a

Parameter value : Mean ± SD.

^{a, b, c}; columns with different letters differ (P<0.05).

Table 4. Effect of trehalose concentration on sperm motility and movement value by CASA on ALH, STR, BCF, MAD and WOB

Parameters	ALH (μm)	STR (%)	BCF (%)	MAD (degree)	WOB (%)
Glucose	1.50 \pm 0.10 ^a	58.52 \pm 3.88 ^a	4.08 \pm 0.16 ^{ab}	13.42 \pm 1.03 ^{ab}	56.06 \pm 4.57 ^{ab}
5 mM	1.56 \pm 0.11 ^{ab}	58.24 \pm 5.58 ^a	3.66 \pm 0.22 ^a	11.96 \pm 0.64 ^a	54.92 \pm 5.67 ^a
15 mM	1.70 \pm 0.10 ^{bc}	59.16 \pm 4.45 ^a	4.22 \pm 0.54 ^b	13.98 \pm 0.77 ^b	57.64 \pm 3.24 ^{ab}
Trehalose					
25 mM	1.76 \pm 0.11 ^c	59.92 \pm 1.54 ^a	4.52 \pm 0.36 ^b	15.66 \pm 1.56 ^c	61.34 \pm 2.93 ^b
35 mM	1.70 \pm 0.12 ^{bc}	59.84 \pm 3.62 ^a	4.34 \pm 0.47 ^b	14.16 \pm 1.67 ^{bc}	58.92 \pm 2.11 ^{ab}

Parameter value : Mean \pm SD.

^{a, b, c}; columns with different letters differ (P<0.05).

위 실험결과에서는 최적의 Trehalose 첨가농도는 25mM인 것을 확인하였고, 이후 실험에서는 대조군과 실험군(25mM)을 가지고 해동조건 비교 실험 및 첨체손상여부를 비교하였다.

○ 실험군(Trehalose 25mM)과 대조군(Glucose)의 해동조건에 따른 정자의 운동성 변화

3가지 해동조건(36 °C for 60 sec, 54 °C for 15 sec, or 72 °C for 8 sec)하에서 최적의 해동조건을 찾아보고자 한다. 이전 실험결과에서 보았듯이, Glucose그룹보다는 Trehalose 25mM을 첨가한 그룹이 더 좋은 결과를 나타내는 것을 또다시 확인하였고, 해동온도가 올라갈수록 큰 유의적 차이는 없었지만, 각각의 운동지표의 수치값들이 상승하는 것으로 확인하였다(Figure 1, 2, 3, 4, 5).

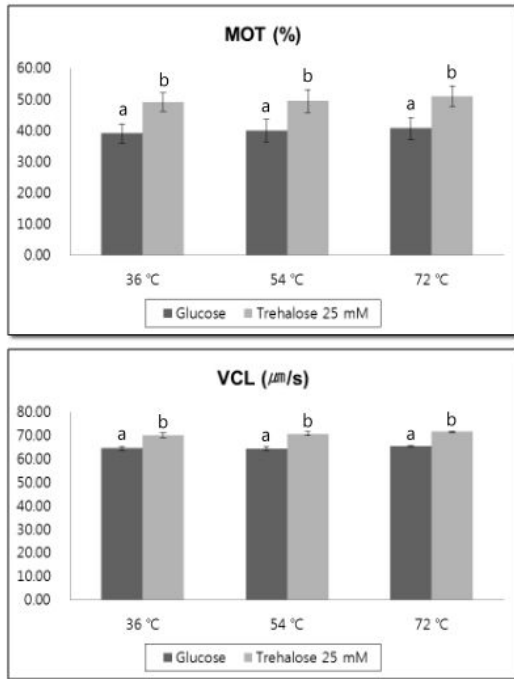


Figure 1. Variation of MOT and VCL of frozen-thawed semen with glucose and trehalose 25 mM by thawing at 36 °C for 60 sec, 54 °C for 15 sec or 72 °C for 8 sec.

^{a, b}; bars (thawing temperature within each groups) with different letters differ (P<0.05).

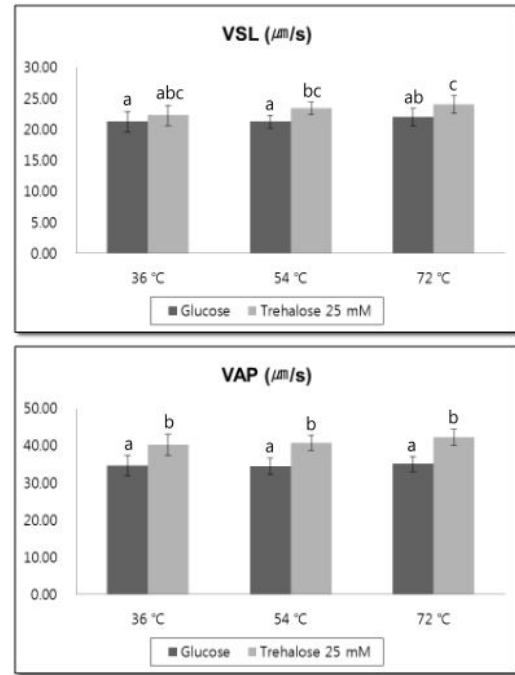


Figure 2. Variation of VSL and VAP of frozen-thawed semen with glucose and trehalose 25 mM by thawing at 36 °C for 60 sec, 54 °C for 15 sec or 72 °C for 8 sec.

^{a, b, c}; bars (thawing temperature within each groups) with different letters differ (P<0.05).

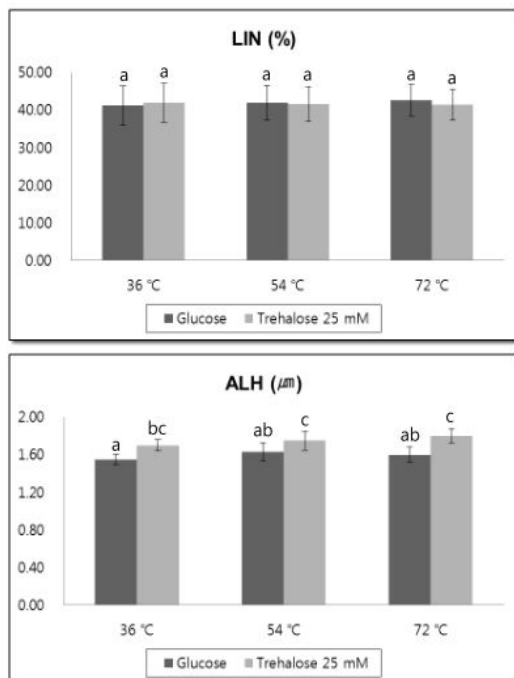


Figure 3. Variation of LIN and ALH of frozen-thawed semen with glucose and trehalose 25 mM by thawing at 36 °C for 60 sec, 54 °C for 15 sec or 72 °C for 8 sec.

^{a, b, c}; bars (thawing temperature within each groups) with different letters differ (P<0.05).

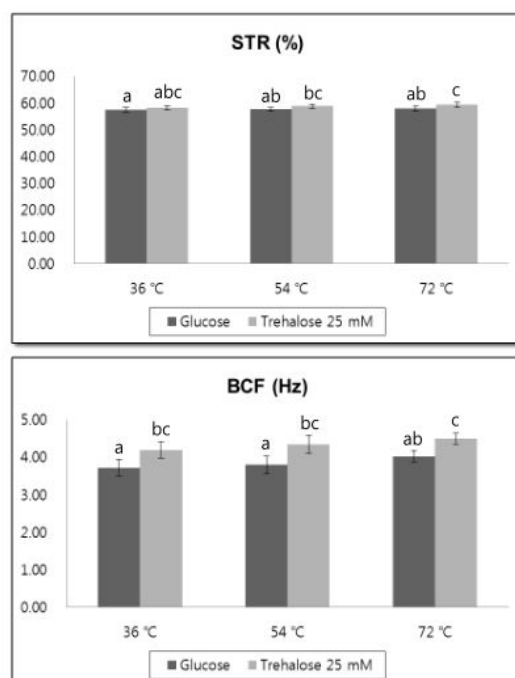


Figure 4. Variation of STR and BCF of frozen-thawed semen with glucose and trehalose 25 mM by thawing at 36 °C for 60 sec, 54 °C for 15 sec or 72 °C for 8 sec.

^{a, b, c}; bars (thawing temperature within each groups) with different letters differ (P<0.05).

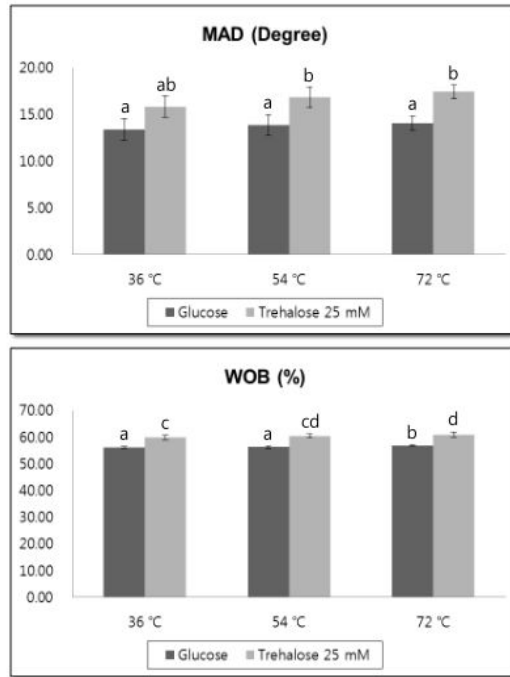
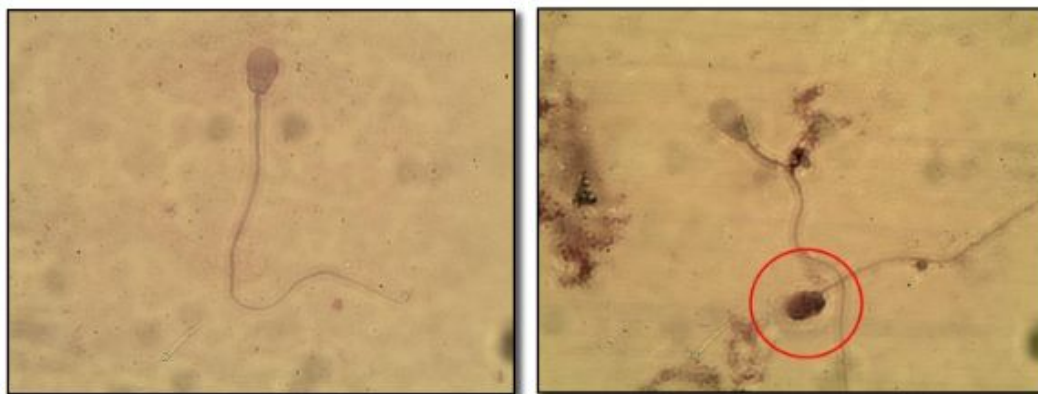


Figure 5. Variation of MAD and WOB of frozen-thawed semen with glucose and trehalose 25 mM by thawing at 36°C for 60 sec, 54 °C for 15 sec or 72 °C for 8 sec.

^{a, b, c, d}, bars (thawing temperature within each groups) with different letters differ ($P < 0.05$).

○ 실험군(Trehalose 25mM)과 대조군(Glucose)의 해동조건에 따른 정자 첨체손상 변화

Figure 6은 정자의 첨체손상여부를 나타내고 있으며, 손상을 받지 않은 정자의 경우에는 정자 두부의 첨체경계가 명확하고 색깔을 분홍빛을 나타내고 있지만, 손상을 받은 정자의 경우에는 첨체경계가 모호해지고 색깔또한 검정색에 가까운 어두운 색상을 나타내게 된다.



(a) Intact sperm

(b) Damaged sperm

Figure 6. Acrosome integrity of canine frozen-thawed semen by Giemsa staining.

(a) Intact sperm; acrosome color is pink and detected a border between head and acrosome (b) Damaged sperm; acrosome color is pale or dark and no detected a border between head and acrosome.

Figure 7은 해동온도에 따른 정자의 침체 손상율을 측정된 것으로, 실험군이 대조군보다 침체 손상율이 유의적으로 적었으며, 해동온도가 올라갈수록 침체의 손상율을 유의적 차이는 없었지만, 수치는 다소 감소하는 것으로 나타났다.

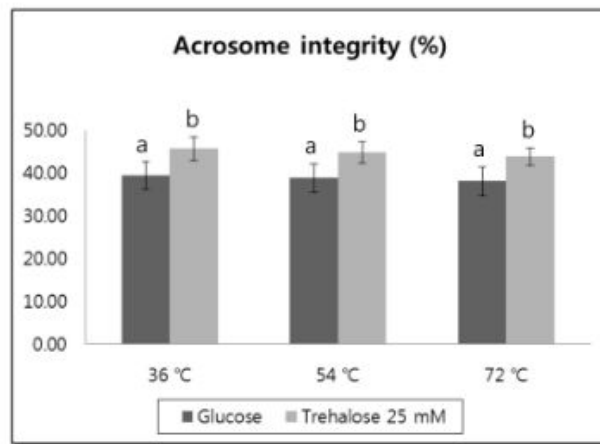


Figure 7. Variation of acrosome integrity of frozen-thawed semen with glucose and trehalose 25 mM by thawing at 36 °C for 60 sec, 54 °C for 15 sec or 72 °C for 8 sec.

^{a, b}; bars (thawing temperature within each groups) with different letters differ (P < 0.05).

(4) 연구 결과 요약

- 본 실험에서 여러 가지 농도실험을 한 결과, Trehalose 25mM이 가장 이상적인 농도인 것을 확인하였고, 이는 기존의 Glucose보다 더 좋은 정자의 해동 후 운동능력을 보여주는 것으로 나타났다.
- 정자의 최적해동조건을 찾기위해 3가지 해동조건실험을 실시한 결과, 36°C에서 60초간 해동하는 좋은 것으로 확인하였는데, 이는 정자의 수정에서 운동능력 또한 중요하지만, 침체에 포함된 중요한 분해 효소를 유지하는 것이 수정에 있어 큰 영향을 미치기 때문에 위와 같은 결과를 내렸다.
- 본 연구자료는 동결정액의 생산에 있어 참고자료가 될 뿐만 아니라, 삼살개 종 보존에 있어서도 중요한 기초연구가 될 것으로 사료된다.

다. 인공수정을 위한 동결정액의 정적량과 산자 생산연구

(1) 연구배경

- 개 동결정액을 이용한 인공수정의 방법으로는 개복술을 이용한 자궁내 주입, Norwegian catheter 또는 fiber optic endoscopy를 이용한 자궁경관내 주입과 질내 인공수정법이 주로 이용되고 있다. 질내주입법은 자연번식의 경우와 마찬가지로 2×10^9 의 정자를 주입하여야 하며, 자궁경관을 통한 인공수정 역시 $1.5 - 2.0 \times 10^8$ 의 생존 정자를 주입하여야 하는 어려움이 따르며, 고가의 장비와 고도의 숙련된 기술이 요구되는 단점이 있다. 또한 동결정액을 이용한 인공수정의 임신율은 20-90%로 편차가 매우 크다.
- 따라서 본 연구에서는 일반적으로 실험견으로 많이 사용되는 비글견을 이용하여 소량의 동결정액을 이용하여 높은 임신효율을 나타낼 수 있는 적정 정자농도를 조사하여 동결정액의 실용화를 모색

하여 우수삽살개의 번식효율 향상 및 우수 유전형질을 가진 삽살개의 종 보존을 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

(2) 연구 내용 및 방법

○ 실험동물의 사용 및 관리

본 연구에서는 2-3세령의 건강한 비글견 수컷 2두와 1-3세령의 암컷 비글견을 사용하였다. 각 실험동물은 표준규격의 사육케이시내에서 사육하였고 사료는 1일 2회 체중에 비례하여 급여하였으며, 음수는 자유롭게 섭취하도록 하였다. 실험동물사용은 충남대학교 실험동물 사육 윤리위원회의 규정을 준수하였다.

○ 정액 채취

정액 채취는 1주일에 1회씩 수지 압박법으로 8주간 채취하였고, 개의 심리적 안정을 기할 수 있는 조용한 정액채취실내에서 실시하였다. 정액 채취전에 음경포피의 털을 제거하여 정액채취시 이물질이 혼입되지 않도록 하였으며, 음경포피에 잔존되어 있는 이물질을 제거하기 위해 0.9% NaCl 생리식염수로 세척하였다. 발기와 돌출을 유도하여 음경의 구선부위 (bulbus glandis)를 밟고 압박을 가하면서 수압으로 인한 혈관의 파열을 피하면서 수컷의 성적자극을 유도한 조건하에서 정액채취를 실시하였다.

○ 정액 동결보존액 제조

동결보존액은 Tris buffer를 사용하였다. Tris buffer는 Tris, citric acid, glucose, Na-Benzylpenicillin 및 streptomycin sulphate을 100ml의 증류수에 희석하여 제조하였다 (Table 1). 1차 동결정액 희석액에는 난황을 20% 첨가하여 제조하였으며 (pH 6.4, 843 mOsm), 2차 동결정액 희석에는 1차 희석액에 12%의 glycerol을 첨가하여 (pH 6.4, 1685 mOsm) 최종 동결정액 희석액의 glycerol 농도는 6%가 되도록 제조하였다 .

Table 1. Composition of freezinf buffer

Ingredient	Tris	buffer	1st freezing extender	2nd freezing extender
Tris	2.4	g	2.4	g
Glucose	0.8	g	0.8	g
Citric acid	1.4	g	1.4	g
Streptomycin sulphate	0.1	g	0.1	g
Na-benzyl penicillin	0.06	g	0.06	g
Egg yolk	-		20	% (v/v)
Glycerol	-		-	12% (v/v)
DW	100	ml	100	ml
			1st freezing extender	100ml

○ 정액 희석 및 동결

채취된 정액은 750 x g에서 5분간 원심분리한 후 상층 정장을 제거한다. 원심분리 후 밑 부분에 가라앉은 pellet화 된 정자를 실온에서 다시 부유시킨 후 1차 희석액에 조심스럽게 혼합한다. 이 때의 최종 정자 농도는 4×10^8 이 되도록 한다. 1차 희석정액은 곧 바로 4 °C의 냉장고에 40분간 정치시킨다.

2차 동결정액 희석액을 40분간 4 °C에서 glycerol 평형을 이룬 후 1차 희석액과 동일량을 혼합하여 최종 glycerol 농도가 6%가 되도록 희석한다. 이 때의 정자 최종 농도는 2×10^8 이 되도록 한다. 희석된 정액은 4 °C의 냉장고에 40분간 정치시킨 후 0.5ml straw에 공기방울을 포함하여 주입한 후 액체 질소 위에서 10분간 1차 동결을 실시한다 (straw의 높이는 액체질소로부터 4cm 위에 놓아 동결).

마지막으로 1차 동결된 정액 straw를 -196 °C의 액체질소에 침지하여 동결하며 해동할 때까지 액체 질소내에서 보관한다.

○ 동결정액의 해동

동결된 정액 straw는 다양한 온도와 시간동안 온수에서 각각 해동하여 (37 °C for 15 sec, 56 °C for 12 sec, or 70 °C for 8 sec) 1ml의 tube에 옮겨 37 °C의 수조에 정치하여 실험에 사용하였다.

○ 해동정자의 CASA 분석기에 의한 정자의 운동성 검사

광학현미경에 CCD 카메라를 장착한 Sperm Image Analysis System (SIAS, Medical supply, Seoul, Korea)를 이용하여 해동정자의 운동성과 운동형태를 관찰하였다. 정자 분석을 위해 Macler counting chamber에 정액을 10ul를 분주하여 200배의 배율로 실시하였다.

○ 인공수정을 위한 전신마취

배란이 확인된 암컷 비글견은 propofol 6 mg/kg로 마취유도를 실시한 후 2% Isoflurane으로 마취를 유지하였다. 실험견은 앙와위자세를 유지한 후 복부 정중선을 4-5cm 절개한 후 자궁을 들어올려 노출시킨 후 양쪽 자궁선단부에 3ml 주사기에 24G 정맥주사용 카테터를 45도 각도로 비스듬히 자궁내강에 진입하여 해동정액을 각각 1ml 씩 주입하였다.

○ 인공수정

- 1) 수술적 방법을 이용한 자궁내 인공수정

실험군은 암컷 5마리씩 3그룹으로 나누어 해동정자의 최종농도를 각각 5×10^7 , 5×10^6 , 5×10^5 sperm/ml 으 로 나누어 인공수정을 실시하였다. 해동정자는 Table 1의 Tris-citrate-glucose buffer에 최종 volum이 1ml 되도록 희석하여 양쪽의 자궁 선단부에 각각 주입하였다. 암컷 실험견의 배란일 판정은 Kim 등 (2007)의 보고에 따라 혈청내 progesterone 농도가 4.0 - 7.5 ng/ml에 도달하였을때를 배란일로 판정하였고, 배란 후 3일째에 인공수정법을 수정을 실시하였다. 임신진단은 5MHz Linear probe가 장착된 SonoVet 600 초음파진단기를 사용하여 진단하고, 임신여부에 따라 본 실험의 검증의 실시하였다.

- 2) 난관내 주입을 통한 인공수정

동결정액은 70°C의 온수에서 8초간의 해동과정을 거쳐 5마리씩 3그룹으로 구성된 실험군에 총 정자수를 4×10^6 , 4×10^5 , 4×10^4 sperm/ml로 희석하여 난관팽대부에 주입하였다. 이 때의 주입량은 750 xg (20ch)로 원심분리한 정액을 20 ul 주입하여 주입량을 최소화하였다. 정액의 주입은 난소를 둘러싸고 있는 난소낭의 열공을 통해 난관채 부분의 견인하여 난관 입구를 확인한 후 3.5F Tom cat 카테터를 난관내로 삽입하여 주입하였다.

(3) 연구결과

○ CASA 분석기에 의한 동결-해동 후 정자의 movement 조사

정액 채취 후 신선정액을 CASA 분석기로 분석한 결과 (표 2)와 동결 해동한 결과 (표3)를 비교하여 정자의 운동성과 운동양상에 관한 parameter들을 비교하였다. 각 항목은 sperm motility와 movement parameters (VSL, VCL, VAP, ALH, MAD, DNM, DNC, and Rapid)를 조사하였다. 해동후의 정자 운동성은 신선정액의 운동성 98.1%에 비해 감소하여 64.9%의 운동성을 지닌 정자가 관찰되었다 (표 3).

Table 3. Analysis of frozen-thawed semen (6%glycerolandthawedat70°C for 8 sec)

Parameters	Mean ± SD
Motility (%)	64.9 ± 3.7
VCL ($\mu\text{m}/\text{sec}$)	94.0 ± 5.4
VSL ($\mu\text{m}/\text{sec}$)	48.4 ± 4.7
VAP ($\mu\text{m}/\text{sec}$)	53.7 ± 3.2
RAPID (%)	54.8 ± 4.5
BCF (Hz)	14.7 ± 0.7
MAD (degree)	13.3 ± 1.4
WOB (%)	57.1 ± 4.1
DNC ($\mu\text{m}^2/\text{sec}$)	416.5 ± 26.2
ALH (μm)	4.4 ± 0.5

○ 동결정액을 이용한 자궁내 인공수정 결과

수술적방법으로 자궁내 동결-해동 정액을 주입하여 인공수정을 실시한 결과 5×10^7 sperm/ml 주입군에서 5마리의 실험견 중 5마리 모두 임신 (100%)이 확인되었으며, 5×10^6 sperm/ml 주입군에서는 5마리 중 4마리 (80%), 5×10^5 sperm/ml 주입군(0%)에서는 임신이 관찰되지 않았다 . 또한 수술시에 확인한 배란황체 대비 산자수를 조사한 결과 5×10^7 sperm/ml 주입군의 산자수는 평균 7.0두 (72.9%), 5×10^6 sperm/ml 주입군에서는 2.4두 (24.5%)를 나타내어 5×10^7 sperm/ml 주입군에서 통계적으로 유의하게 높은 산자생산율을 나타내었다 (표 4).

Table 4. Pregnancy rate after intrauterine insemination of canine semen frozen with 6% glycerol and thawed at 70°C for 8 sec (n=15)

No. of inseminated motile sperm	Dog	No. of corpora lutea		Oocyte fertilization rate (%) (Newborn / Corpora lutea)	
		R	L		
5×10^7	A	3	5	100	(8/8) ^c
	B	3	4	100	(7/7) ^c
	C	7	4	27.3	(3/11) ^b
	D	5	6	100	(11/11) ^c
	E	9	2	54.5	(6/11) ^{bc}
5×10^6	F	4	3	42.9	(3/7) ^{bc}
	G	4	5	0	(0/9) ^a
	H	5	5	20.0	(2/10) ^b
	I	6	6	33.3	(4/12) ^b
	J	6	5	27.3	(3/11) ^b
5×10^5	K	4	9	0	(0/13) ^a
	L	1	6	0	(0/7) ^a
	M	6	8	0	(0/14) ^a
	N	5	3	0	(0/8) ^a
	O	5	7	0	(0/12) ^a

○ 동결-해동 정액의 난관내 주입법에 의한 인공수정 결과

Table 5에서 보는 바와 같이 난관내 인공수정을 통한 임신 성공률은 4×10^6 sperm/ml 주입군에서 40%

의 임신율을 보여 다른 그룹의 임신 성공률보다 높은 결과를 나타내었다. 4×10^6 sperm/ml 주입군의 수정율과 분만율은 각각 18.2%와 1.6%의 결과를 나타내었다 (Table 5).

Table 5. Pregnancy rate after intratubal insemination of canine semen frozen with 6% glycerol and thawed at 70°C for 8 sec

No. of inseminated motile sperm	Dog	No. of corpora lutea		Oocyte fertilization rate (%) (Newborn / Corpora lutea)	
		R	L		
4×10^6	A	6	4	60	(6/10) ^c
	B	4	7	18.2	(2/11) ^b
	C	5	4	0	(0/9) ^a
	D	6	3	0	(0/9) ^a
	E	2	3	0	(0/5) ^a
4×10^5	F	4	3	0	(0/7) ^a
	G	6	6	0	(0/12) ^a
	H	5	4	0	(0/9) ^a
	I	5	4	0	(0/9) ^a
	J	6	3	0	(0/9) ^a
4×10^4	K	4	5	0	(0/9) ^a
	L	6	6	0	(0/12) ^a
	M	5	5	0	(0/10) ^a
	N	2	4	0	(0/6) ^a
	O	5	2	0	(0/7) ^a

(4) 연구결과 요약

○ 본 실험 결과 1차년도 결과에서 좋은 성적을 나타내었던 6%의 glycerol 농도로 동결보존액을 제조하여 동결한 정액을 용해하였을 때 70 °C의 온수에서 8초간 해동한 정자를 이용하여 자궁내와 난관내에 적정 운동성을 지닌 정자수를 주입하여 임신 성공률과 분만율을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 해동정자의 자궁내 주입법을 이용한 인공수정은 5×10^7 spermatozoa를 주입하였을 때 100%의 임신율과 높은 산자 수를 얻었으며, 그 이하의 정자수를 주입하였을 경우 임신율과 산자 생산율이 저하되는 것으로 관찰되어 자궁내 주입에 따른 인공수정은 최소 정자의 농도는 5×10^7 spermatozoa 이상을 주입하여야 성공률을 향상시킬 것으로 사료됨.

- 2). 난관내 동결-해동정액을 주입하여 인공수정을 실시한 보고는 아직 한건도 없었으며, 본 실험에서 처음 시도해 본 결과 4×10^6 spermatozoa를 주입하였을 때 20%의 낮은 임신 성공률을 나타내었으나, 우

수한 개체의 부족한 정자로도 임신이 가능함을 시사하였으며, 향후 적정 농도의 정자수를 사용하였을 경우 높은 임신 성공률에 도달할 것으로 예상됨.

3. 삼살개 집단의 유전적 특성 연구

가. 유효집단 크기 추정

(1) 연구배경

○ 현 삼살리 집단은 1985년 8마리의 시조 개체로 시작되었기에 현 집단의 수가 많다 하더라도 개체들 간의 유전적 변이, 진화과정에 소수의 시조들이 후손의 집단 구조에 많은 영향을 미칠 수 있음. 따라서 이 집단의 유전적 특성을 규명하기 위한 하나의 측정치로 유효집단의 크기(effective population size, N_e)를 추정하여, 집단의 유전적 변이 정도, 다양성 유지 및 유전질환과 관련된 원인유전자 규명에 대한 기초정보를 제공해 줄 수 있어서 그 결과에 적절한 육종계획을 수립하는게 필요함.

(1) N_e 추정 방법

(가) Wright의 F-통계량 (F_{IT} , F_{ST} , F_{IS})

- F_{IT} : 각 세대별로 개체들의 근친계수(Wright, 1922)의 평균값
- F_{ST} : 해당 집단의 혈통구조에서 임의교배를 통하여 얻어진 각 세대별로 근친계수의 평균값
- F_{IS} : 각 세대별로 실제 집단에서 얻어진 값과 임의교배로 얻어진 값의 차이

$$F_{IS} = \frac{F_{IT} - F_{ST}}{1 - F_{ST}}$$

- 삼살리 집단에서 세대별(총12세대)로 사용되어진 개체수 및 F 통계량은 아래와 같다.

Generation	Sire	Dam
0	4	6
1	4	15
2	19	26
3	45	76
4	77	86
5	174	214
6	301	309
7	492	537
8	721	735
9	836	835
10	618	656
11	297	263
12	70	78

Generation	F_{IT}	F_{ST}	F_{IS}	Standard deviation	CV
2	0.078	0.043	0.037	0.019	44.1
3	0.052	0.079	-0.030	0.015	19.2
4	0.089	0.067	0.023	0.006	8.4
5	0.086	0.053	0.036	0.005	8.7
6	0.095	0.046	0.051	0.005	11.5
7	0.098	0.044	0.057	0.005	11.2
8	0.098	0.042	0.058	0.005	11.4
9	0.091	0.043	0.051	0.005	11.1
10	0.093	0.043	0.052	0.005	11.4
11	0.102	0.043	0.062	0.005	10.8
12	0.095	0.043	0.055	0.005	11.3

- 0세대 및 1세대에서는 세대 수가 너무 작아 F 통계량 값 측정에서 제외 되었다.
- N_e 를 추정하기 위해서는 세대마다 F_{ST} 의 증가분을(ΔF_{ST}) 구해야하는데 다음과 같은 식으로 구하며 (Write, 1977), 따라서 N_e 추정공식은 다음과 같다. (Hill, 1972, Nomura, 1996)

$$\Delta F_{ST} = \frac{F_{ST,t} - F_{ST,t-1}}{1 - F_{ST,t-1}} \quad N_e = \frac{1}{2\Delta F_{ST}L}$$

- 여기서 L 은 세대간격(year)을 나타내고 $F_{ST,t}$, $F_{ST,t-1}$ 는 각각 해당 t 세대와 해당 전세대($t-1$)의 값을 의미함.

(나) 가계 크기 변이를 이용한 N_e 추정

- 각 세대별 교배되어 태어난 가계의 산자수에 대한 변이를 이용하여 N_e 를 추정함 (Hill, 1979)

$$N_e = \frac{4N_c L}{V_k + 2} \quad N_c = N_t / E$$

- 여기서 E 는 개체의 평균수명을 나타내는데 10(년)을 할당하였고, N_t 는 해당세대의 교배에 이용된 부모 개체 수를 의미하며, V_k 는 k 세대에 만들어진 가계별 산자수에 대한 분산을 나타냄. 표3은 세대별 세대간격 및 가계 분산 값을 보여주며, 표4는 F-통계량과 가계크기분산을 이용한 추정된 N_e 값을 나타낸다.

Generation	Generation Interval	Variance(V_k)
0	2.56	0.67
1	3.64	4.81
2	1.89	1.52
3	2.31	2.94
4	2.74	2.83
5	2.21	3.46
6	1.77	4.23
7	1.87	4.53
8	2.03	3.97
9	1.95	3.81
10	1.73	5.35
11	1.67	4.87
12	1.40	-

Generation	Inbreeding N_e	Variance N_e
0	-	-
1	-	5.54
2	6.20	2.41
3	2.73	6.88
4	2.72	10.7
5	4.32	18.7
6	6.14	23.1
7	6.11	32.8
8	5.81	39.9
9	6.03	27.3
10	6.76	10.2
11	7.03	2.13
12	8.38	-
Harmonic mean	5.66	6.19

○ 결론: F 통계량과 가계크기 분산에 근거하여 추정된 N_e 의 평균값은 각각 5.66 및 6.19로 나타났는데 이 값은 10보다 작게 나타났으며 본 삼사리 집단의 유효집단 크기가 매우 작음을 시사해 준다 (아래 다른 견종들의 N_e 참조).

(다) 연관불균형 정보를 이용한 N_e 추정

○ 대용량 canine SNP chip panels을 활용하여 연관불균형 (LD) 값에 근거하여 추정하였는데 Illumina canine 22K SNP chip과 170K SNP chip을 각각 134두 및 60두 (조합두수 183두)에 유전자형 분석을 수행하였음

○ 연관불균형 측정치, r^2

$$r^2 = D^2 / P(A_1)P(A_2)P(B_1)P(B_2),$$

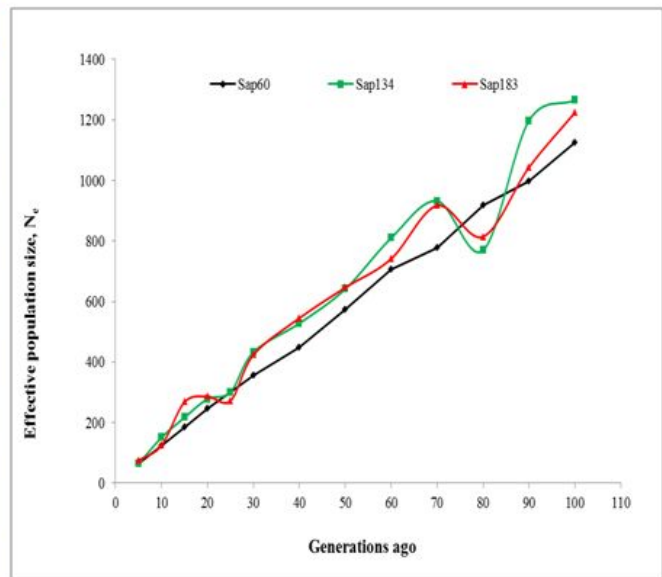
$$D^2 = P_{A_1P_{B_1}} \times P_{A_2P_{B_2}} - P_{A_1P_{B_2}} \times P_{A_2P_{B_1}}$$

$$E(r^2) = 1/(1+4N_eC), C \text{ 염색체 길이 Morgan (1C = 1 Mb),}$$

$$t = 1/2C, t: \text{과거 유효집단크기}$$

○ 과거 세대별 유효집단 크기 분석 결과

Gen. ago	Population		
	Sap134	Sap60	Sap183
5	65	64	75
10	124	151	125
20	245	278	286
50	573	641	646
80	919	769	814
100	1,126	1,265	1,224
200	2,205	2,952	2,240
300	3,464	3,627	4,195
400	4,685	4,665	3,344
500	5,614	5,699	5,381



○ 500 세대 전에 집단의 크기가 5천여두에서 지속적으로 감소하여 5세대 전에는 60여두로까지 감소한 결과를 나타내는데 이는 앞서 F 통계량에 근거한 추정치, 즉 매우 작은 유효집단크기와 유사한 결과임을 보여주고 있음.

○ 이러한 결과는 다른 품종과 비교시 매우 작은 집단의 크기를 보여주고 있는데, 따라서 육종프로그램을 수행시에 Ne를 확장함과 동시에, 동시에 근친도(inbreeding) 효과를 최대한 피할 수 있는 적절한 교배 계획 프로그램 수립이 요구됨.

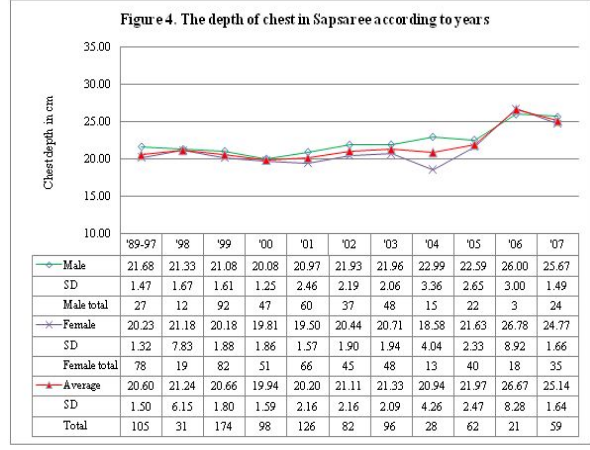
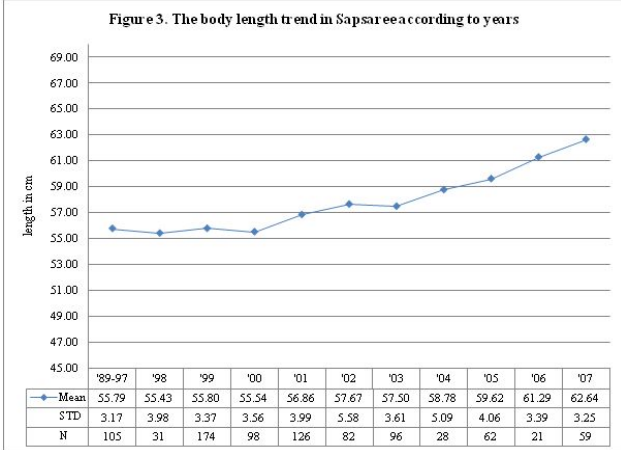
번호	개 품종	Ne	시료크기	출처	번호	개 품종	Ne	시료크기	출처
1	Akita Inu	45	2,864	3	32	Epagneul Breton	78	27,703	2
2	American Staffordshire Terrier	60	24,803	2	33	German Boxer	231	12,737	2
3	Basset fauve de Bretagne	88	582	2	34	German shepherd dog	76	43,488	3
4	Bavarian mountain hound	73	3,231	1	35	German Short-haired Pointing Dog	81	8,392	2
5	Beagle	76	11,690	2	36	German Spitz	52	2,853	2
6	Bearded Collie	60	2,649	2	37	Golden Retriever	219	36,258	2
7	Beauceron	56	19,072	2	38	Golden retriever	67	31,259	3
8	Belgian Shepherd Dog Malinois	161	18,276	2	39	Great Dane	375	8,799	2
9	Berger des Pyre'ne'es	30	3,742	2	40	Greyhound	17	16	3
10	Bernese Mountain Dog	167	12,325	2	41	Griffon d'arret a'poil dur Korthals	49	6,711	2
11	Borzoi	147	1,324	2	42	Hanoverian hound	51	1,371	1
12	Boxer	45	44,521	3	43	Irish Red Setter	46	3,143	2
13	Braque Saint-Germain	29	348	2	44	King Charles Spaniel	218	1,320	2
14	Bull Terrier	295	3,378	2	45	Labrador Retriever	122	41,670	2
15	Bulldog	1,216	4,347	2	46	Labrador retriever	114	97,884	3
16	Cairn Terrier	145	7,869	2	47	Leonberger	722	7,546	2
17	Cavalier King Charles Spaniel	150	27,392	2	48	Newfoundland	158	5,800	2
18	Chien de Montagne des Pyre'ne'es	112	1,941	2	49	Poodle	54	8,808	2
19	Chow chow	50	1,747	3	50	Rottweiler	274	28,544	2
20	Collie Rough	95	6,529	2	51	Rough collie	33	4,650	3
21	Coton de Tule'ar	56	8,755	2	52	Shar Pei	89	5,801	2
22	Dalmatian	120	4,473	2	53	Shih Tzu	176	10,907	2
23	Dobermann	187	10,402	2	54	Short-haired Weimaraner	50	6,736	2
24	Dogo Argentino	310	7,541	2	55	Siberian Husky	90	4,221	2
25	Dogue de Bordeaux	993	4,055	2	56	Smooth-haired Dachshund	82	3,098	2
26	English bulldog	48	12,396	3	57	Tyrolean hound	27	1,167	1
27	English Cocker Spaniel	199	23,464	2	58	West Highland White Terrier	2,136	14,100	2
28	English Pointer	161	7,881	2	59	Whippet	87	4,506	2
29	English Setter	195	26,575	2	60	Wire-haired Dachshund	109	14,360	2
30	English Springer Spaniel	128	8,457	2	61	Yorkshire Terrier	117	24,907	2
31	English springer spaniel	72	23,721	3		평균	190		

번호	출처 논문	저널	게재년도
1	Voges & Distl	J. Anim. Breed. Genet.	2009
2	Leroy et al.	Anim Genet.	2009
3	Calboli et al.	Genetics	2008

나. 외형, 성품, 질환 형질의 표현형 분석

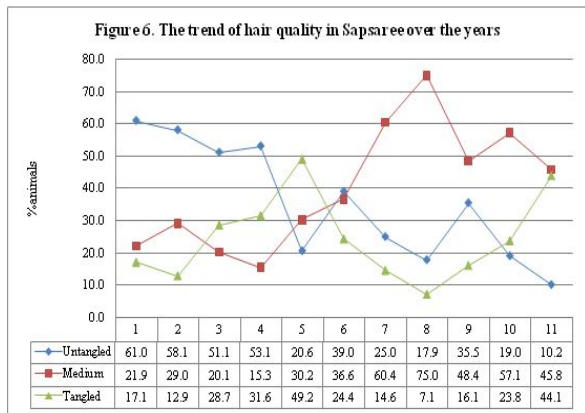
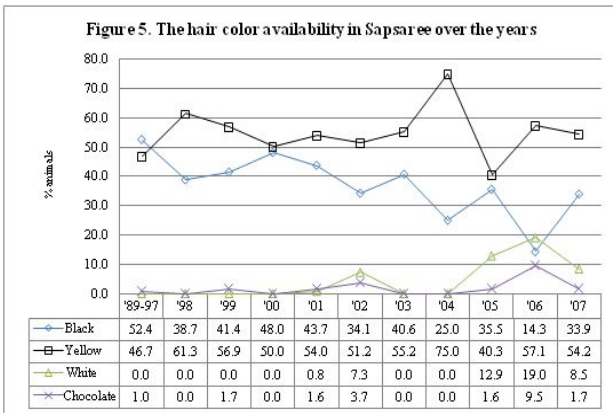
(1) 각 형질별로 연도별 변동 경향 조사

(가) 외형에 대한 연도별 경향 조사 (체중:표1, 체고:표2, 체장:표3, 체폭:표4)



○ 결과: 체고 및 체장은 매년 꾸준히 증가하는 경향을 보였지만 체중은 반대로 해마다 감소하는 경향을 나타내고 있음. 이러한 결과는 본 치려견 및 반려견의 육종 목표에 반대되는 추세를 보이는 것으로 앞으로 육종 수행에 있어 체중에 대한 강도 높은 선발이 요구됨.

(나) 모색 및 모질에 대한 연도별 경향 조사 (모색:표5, 모질:표6)

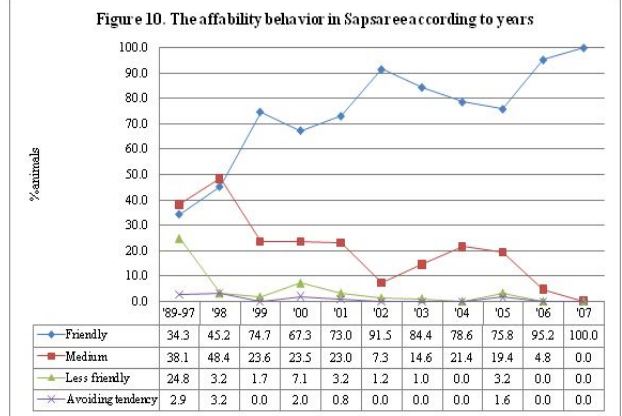
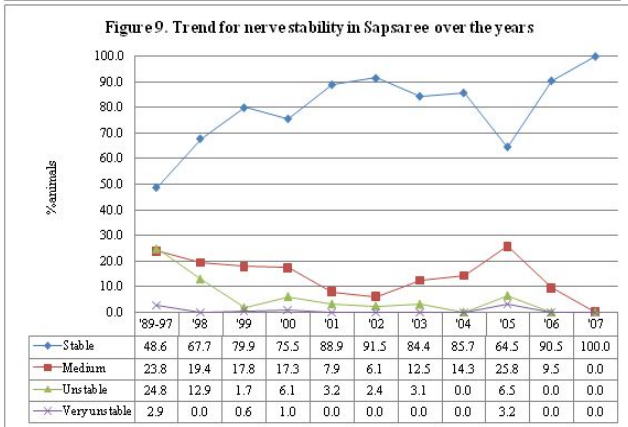
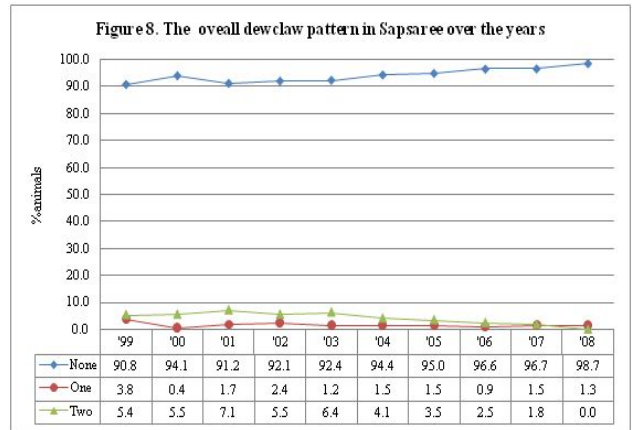
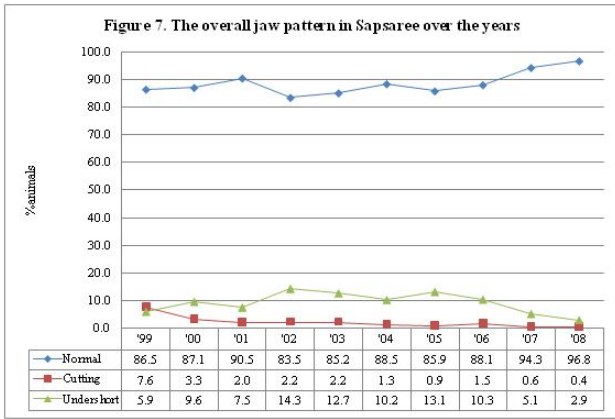


○ 결과: 청삼사리보다 황삼사리가 더 많이 분포하는 경향을 보였으며 최근에 백삼사리 비율이 조금씩 증가하고 있음. 이러한 경향은 삼사리 수요자의 선호도의 경향을 보여주고 있으며 앞으로도 백삼사리의 상대적 비율이 증가할 것으로 기대됨. 모질의 경우 직립모 비율이 줄어들고 반 곡모 또는 곡모의 비율이 증가하는 추세임.

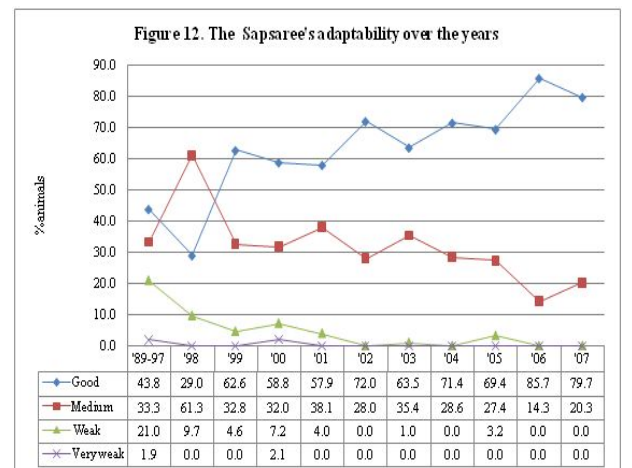
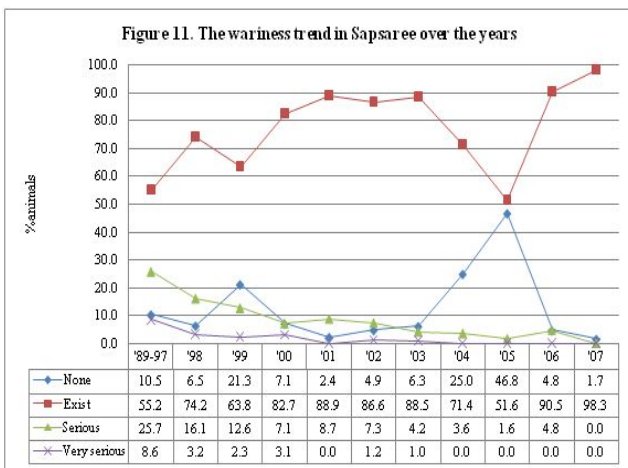
(다) 주요 질환에 대한 연도별 경향 조사 (교합:표7, 랑조:표8, 결치)

○ 결과: 부정교합(cutting & undershort)의 비율은 연도별로 15%대에서 조금씩 감소하여 최근에는 10%내외를 유지하고 있으며, 결치의 경우에도 지속적으로 10~20% 결함율을 유지하고 있음. 랑조의 경우에는 10%대에서 최근 5%이하로 감소하는 추세임. 이는 지속적인 랑조를 가진 개체들의 도태의 결과임. 따라서 10%라는 낮지 않은 부정교합 비율과 결치의 비율을 줄이는 선발을 수행해야 하며 무엇보다 근친효과를 피할 수 있는 육종계획 수립이 필요함.

(라) 성품에 대한 연도별 경향 조사 (정서:표9, 친화력:표10, 경계심:표11, 적응성:표12, 체혈반응:표13,



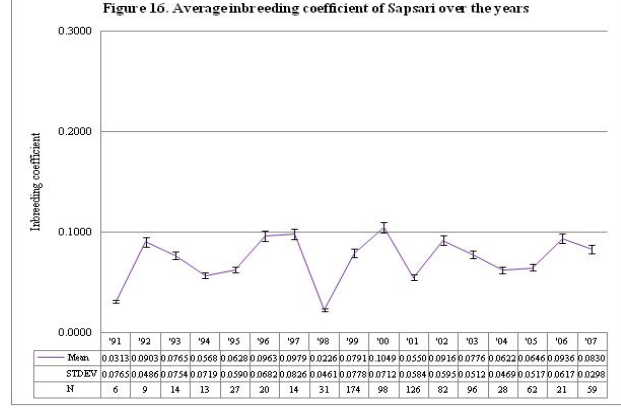
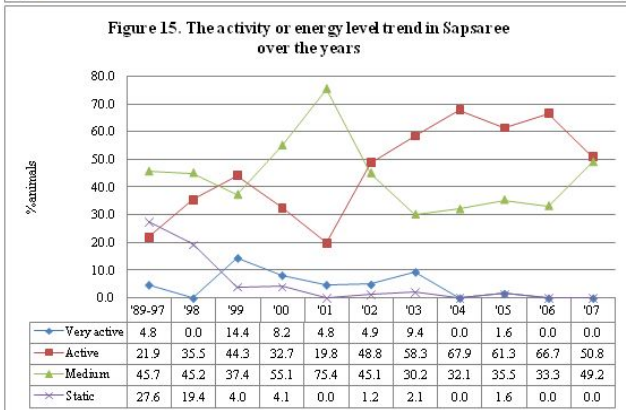
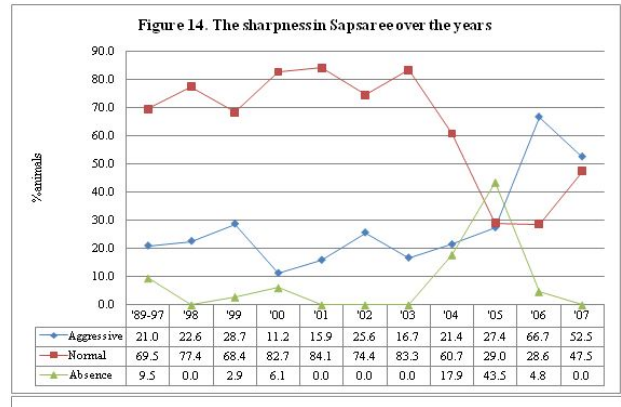
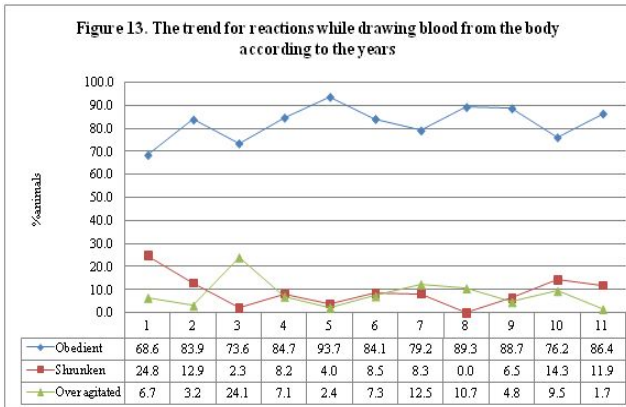
공격성향:표14, 활동성:표15)



○ 결과: 정서의 안정성 및 주인에 대한 친화력, 주위 환경에 대한 적응성 및 활발함의 비율은 꾸준히 증가하는 경향을 보였지만, 동시에 타인에 대한 경계심과 공격적인 성향도 증가하는 경향을 보였음. 따라서 치료견에 대한 주요 육종 목표중의 하나인 타인에 대한 경계심 및 공격성향을 낮추는 데 집중적인 선발이 필요함.

(마) 집단 내 근친도에 대한 연도별 경향 조사 (표16)

○ 결과: 집단에서 연도별 태어난 개체들의 근친도 평균을 조사해본 결과 근친도는 꾸준히 10% 이하를



유지하고 있음. 이는 근친을 피한 선발 및 교배를 수행해온 결과라 볼 수 있으며, 다른 한편으론 집단 유전적 특성, 즉 원 조상 시조들 수가 매우 제한되어 있어 (8두) 근친교배를 피했다하더라도 완전 근친정도를 더 감소시킬 수 없는 것을 의미함. 앞으로도 선발 교배시에 특히 근친효과를 지속적으로 배제하는 육종프로그램 수행이 요구됨.

(2) 외형, 성품, 유전질환 형질들간 상관관계 조사

- 분석형질: 주요 유전질환, 외형형질 및 성품형질간에 서로 연관이 있는지 여부를 chi-square contingency table을 이용하여 분석하였으며 (P<0.05), 형질간에 유의적으로 비독립적인 결과를 아래 표에 도식하였음.
- 일반적으로 성품형질들 간에는 매우 유의적인 상관관계를 보였으며 (P<0.001), 성품 형질중에 정서, 주인친화력, 체혈반응, 공격성, 활동성에 있어서는 성별간에 유의적인 차이를 보였음. (표 관측치와 기대치 차이 참조)
- 모질(hair pattern)은 직모, 반곡모 및 곡모로 분류 하였는데, 모질은 털엉김과 연관성을 보였고 (P<0.001), 털엉김은 성품형질인 정서, 주인친화력, 타인경계심, 및 활동성과도 연관성을 보였음.

○ 형질간에 조합에 따른 독립성 여부 조사 (Chi-Square 확률값)

Dewclaw	랑조						
Tail set	ns	꼬리형태					
Jaw pattern	ns	ns	교합				
Eye color	ns	ns	ns	안색			
Hair quality	ns	ns	ns	ns	털엉김		
Hair pattern	ns	ns	ns	ns	<0.001	모질	
Hair color	<0.001	ns	ns	<0.0001	ns	ns	모색
Sex	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

activity	활동성						
attack	<0.0001	공격성					
blood_drawn	<0.0001	<0.0021	채혈반응				
adaptability	<0.0001	<0.0001	<.0001	환경적응성			
wariness	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.001	타인경계심		
friendship	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	주인친화력	
emotion	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	정서

	정서	주인친화력	타인경계심	환경적응성	채혈반응	공격성	활동성
안색	ns	0.01	ns	ns	0.0163	ns	ns
모색	ns	0.004	ns	ns	ns	0.03	0.0006
성별	0.0104	0.0009	ns	0.01	<0.001	<0.001	<0.001
모질	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.0047
털영김	0.02	0.0075	0.0011	ns	ns	ns	0.0017
꼬리형태	ns	<0.0001	ns	ns	ns	0.0007	0.0048

Table of Activity by Emotion						Table of Activity by Wariness					
Activity	Emotion				Total	Activity	Wariness				Total
Frequency expected	Stable	Medium	Unstable	Very unstable		Frequency Expected	None	Exist	Serious	Very_serious	
Active	398	28	5	0	431	Active	66	339	22	4	431
	343.86	62.057	22.103	2.9753			50.156	330.69	41.23	8.926	
Medium	345	101	23	3	472	Medium	24	384	54	10	472
	376.58	67.961	24.205	3.2584			54.927	362.15	45.152	9.7751	
Static	11	15	21	3	50	Static	2	25	20	3	50
	39.892	7.1992	2.5641	0.3452			5.8185	38.363	4.783	1.0355	
Over_active	55	2	3	1	61	Over_active	26	30	1	4	61
	48.668	8.783	3.1282	0.4211			7.0986	46.803	5.8353	1.2633	
Total	809	146	52	7	1014	Total	118	778	97	21	1014
	79.78	14.40	5.13	0.69			11.64	76.73	9.57	2.07	

Table of Activity by Friendliness						Table of Activity by Attack					
Activity	Friendliness				Total	Activity	Attack			Total	
Frequency Expected	Friendly	Normal	Less_friendly	Avoiding		Frequency Expected	Offensive	Normal	Absent		
Active	392	34	4	1	431	Active	175	231	25	431	
	323.46	85.01	19.127	3.4004			110.51	297.11	23.378		
Medium	305	143	21	3	472	Medium	60	391	21	472	
	354.23	93.097	20.947	3.7239			121.03	325.37	25.602		
Static	8	21	19	2	50	Over_active	25	33	3	61	
	37.525	9.8619	2.2189	0.3945			15.641	42.05	3.3087		
Over_active	56	2	1	2	61	Static	0	44	6	50	
	45.78	12.032	2.7071	0.4813			12.821	34.467	2.712		
Total	761	200	45	8	1014	Total	260	699	55	1014	
	75.05	19.72	4.44	0.79			25.64	68.93	5.42		

Table of Activity by Bleeding					Table of Activity by Adaptability					
Activity	Bleeding			Total	Activity	Adaptability				Total
Frequency Expected	Agitated	Normal	Shrunken		Frequency Expected	Good	Medium	Weak	Very weak	
Active	46	371	14	431	Active	358	68	5	0	431
	40.805	353.22	36.979			265.07	143.38	20.84	1.7019	
Medium	9	411	52	472	Medium	206	241	22	2	471
	44.686	386.82	40.497			289.67	156.69	22.783	1.8598	
Static	4	28	18	50	Static	8	20	22	0	50
	4.7337	40.976	4.2899			30.75	16.634	2.4186	0.1974	
Over_active	37	21	3	61	Over active	51	8	0	2	61
	5.7751	49.991	5.2337			37.515	20.293	2.9506	0.2409	
Total	96	831	87	1014	Total	623	337	49	4	1013
	9.47	81.95	8.58			61.50	33.27	4.84	0.39	

Table of Adaptability by Wariness						Table of Adaptability by Friendliness					
Adaptability	Wariness				Total	Adaptability	Friendliness				Total
Frequency Expected	None	Exist	Serious	Very_serious		Frequency Expected	Friendly	Normal	Less_friendly	Avoiding	
Good	99 72.571	514 477.86	8 59.655	2 12.915	623	Good	580 467.4	43 123	0 27.675	0 4.92	623
Medium	19 39.256	254 258.49	54 32.269	10 6.9862	337	Medium	177 252.83	147 66.535	9 14.97	4 2.6614	337
Weak	0 5.7078	9 37.584	35 4.692	5 1.0158	49	Weak	3 36.762	10 9.6742	35 2.1767	1 0.387	49
Very_weak	0 0.4659	0 3.0681	0 0.383	4 0.0829	4	Very_weak	0 3.001	0 0.7897	1 0.1777	3 0.0316	4
Total	118 11.65	777 76.70	97 9.58	21 2.07	1013 100.00	Total	760 75.02	200 19.74	45 4.44	8 0.79	1013 100.00

Table of Adaptability by Emotion						Table of Attack by Friendliness					
Adaptability	Emotion				Total	Attack	Friendliness				Total
Frequency Expected	Stable	Medium	Unstable	Very_unstable		Frequency Expected	Friendly	Normal	Less_friendly	Avoiding	
Good	595 496.92	23 89.791	5 31.98	0 4.305	623	Offensive	236 195.13	17 51.282	3 11.538	4 2.0513	260
Medium	210 268.8	111 48.571	15 17.299	1 2.3287	337	Normal	495 524.59	167 137.87	34 31.021	3 5.5148	699
Weak	3 39.084	12 7.0622	30 2.5153	4 0.3386	49	Absent	30 41.277	16 10.848	8 2.4408	1 0.4339	55
Very_weak	0 3.1905	0 0.5765	2 0.2053	2 0.0276	4	Total	761 75.05	200 19.72	45 4.44	8 0.79	1014 100.00
Total	808 79.76	146 14.41	52 5.13	7 0.69	1013 100.00						

Table of Attack by Adaptability						Table of Attack by Wariness					
Attack	Adaptability				Total	Attack	Wariness				Total
Frequency Expected	Good	Medium	Weak	Very_weak		Frequency Expected	None	Exist	Serious	Very_serious	
Offensive	217 159.9	39 86.496	2 12.577	2 1.0267	260	Offensive	22 30.256	208 199.49	19 24.872	11 5.3846	260
Normal	376 429.27	282 232.21	39 33.763	1 2.7562	698	Normal	68 81.343	551 536.31	72 66.867	8 14.476	699
Absent	30 33.825	16 18.297	8 2.6604	1 0.2172	55	Absent	28 6.4004	19 42.199	6 5.2613	2 1.1391	55
Total	623 61.50	337 33.27	49 4.84	4 0.39	1013 100.00	Total	118 11.64	778 76.73	97 9.57	21 2.07	1014 100.00

Table of Attack by Emotion						Table of Blood_reaction by Emotion					
Attack	Emotion				Total	Blood_reaction	Emotion				Total
Frequency Expected	Stable	Medium	Unstable	Very_unstable		Frequency Expected	Stable	Medium	Unstable	Very_unstable	
Offensive	234 207.44	17 37.436	8 13.333	1 1.7949	260	Agitated	80 76.592	13 13.822	3 4.9231	0 0.6627	96
Normal	549 557.68	109 100.64	36 35.846	5 4.8254	699	Obedient	704 663	110 119.65	15 42.615	2 5.7367	831
Absent	26 43.881	20 7.9191	8 2.8205	1 0.3797	55	Shrink	25 69.411	23 12.527	34 4.4615	5 0.6006	87
Total	809 79.78	146 14.40	52 5.13	7 0.69	1014 100.00	Total	809 79.78	146 14.40	52 5.13	7 0.69	1014 100.00

Table of Blood_reaction by Adaptability						Table of Blood_reaction by Friendliness					
Blood_reaction	Adaptability				Total	Blood_reaction	Friendliness				Total
Frequency Expected	Good	Medium	Weak	Very_weak		Frequency Expected	Friendly	Normal	Less_friendly	Avoiding	
Agitated	72 59.04	22 31.937	2 4.6436	0 0.3791	96	Agitated	86 72.047	7 18.935	3 4.2604	0 0.7574	96
Obedient	536 510.45	278 276.12	16 40.148	0 3.2774	830	Obedient	643 623.66	175 163.91	11 36.879	2 6.5562	831
Shrink	15 53.505	37 28.943	31 4.2083	4 0.3435	87	Shrink	32 65.293	18 17.16	31 3.8609	6 0.6864	87
Total	623 61.50	337 33.27	49 4.84	4 0.39	1013 100.00	Total	761 75.05	200 19.72	45 4.44	8 0.79	1014 100.00

Table of Blood_reaction by Attack					Table of Blood_reaction by Wariness					
Blood_reaction	Attack			Total	Blood_reaction	Wariness				Total
Frequency Expected	Offensive	Normal	Absent		Frequency Expected	None	Exist	Serious	Very_serious	
Agitated	41 24.615	50 66.178	5 5.2071	96	Agitated	34 11.172	52 73.657	6 9.1834	4 1.9882	96
Obedient	203 213.08	584 572.85	44 45.074	831	Obedient	84 96.704	689 637.59	50 79.494	8 17.21	831
Shrink	16 22.308	65 59.973	6 4.7189	87	Shrink	0 10.124	37 66.751	41 8.3225	9 1.8018	87
Total	260 25.64	699 68.93	55 5.42	1014 100.00	Total	118 11.64	778 76.73	97 9.57	21 2.07	1014 100.00

Table of Friendliness by Emotion						Table of Wariness by Emotion					
Friendliness	Emotion				Total	Wariness	Emotion				Total
Frequency Expected	Stable	Medium	Unstable	Very_unstable		Frequency Expected	Stable	Medium	Unstable	Very_unstable	
Friendly	713 607.15	43 109.57	5 39.026	0 5.2535	761	None	103 94.144	14 16.99	1 6.0513	0 0.8146	118
Normal	96 159.57	92 28.797	11 10.256	1 1.3807	200	Exist	677 620.71	88 112.02	11 39.897	2 5.3708	778
Less_friendly	0 35.902	10 6.4793	31 2.3077	4 0.3107	45	Serious	24 77.39	42 13.966	29 4.9744	2 0.6696	97
Avoiding	0 6.3826	1 1.1519	5 0.4103	2 0.0552	8	Very_serious	5 16.754	2 3.0237	11 1.0769	3 0.145	21
Total	809 79.78	146 14.40	52 5.13	7 0.69	1014 100.00	Total	809 79.78	146 14.40	52 5.13	7 0.69	1014 100.00

Table of Wariness by Friendliness						Table of Reaction while blood drawn by Eye color					
Wariness	Friendliness				Total	Blood drawn reaction	Eye color				Total
Frequency Expected	Friendly	Normal	Less_friendly	Avoiding		Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate	
None	101 88.558	17 23.274	0 5.2367	0 0.931	118	Agitated	18 19.692	37 39.29	38 35.692	3 1.3254	96
Exist	625 583.88	144 153.45	7 34.527	2 6.1381	778	Obedient	175 170.46	353 340.1	292 308.96	11 11.473	831
Serious	28 72.798	37 19.132	31 4.3047	1 0.7653	97	Shrunken	15 17.846	25 35.607	47 32.346	0 1.2012	87
Very_serious	7 15.76	2 4.142	7 0.932	5 0.1657	21	Total	208 20.51	415 40.93	377 37.18	14 1.38	1014 100.00
Total	761 75.05	200 19.72	45 4.44	8 0.79	1014 100.00						

Table of Friendliness by Sex					Table of Emotion by Sex				
Friendliness	Sex		Total	Emotion	Sex		Total		
Frequency Expected	Male	Female		Frequency Expected	Male	Female			
Friendly	373 348.92	388 412.08	761	Stable	389 370.01	418 436.99	807		
Normal	76 90.783	122 107.22	198	Medium	55 66.941	91 79.059	146		
Less_friendly	12 20.632	33 24.368	45	Unstable	17 23.842	35 28.158	52		
Avoiding	3 3.668	5 4.332	8	Very_unstable	3 3.2095	4 3.7905	7		
Total	464 45.85	548 54.15	1012 100.00	Total	464 45.85	548 54.15	1012 100.00		

Table of Attack by Sex				Table of Wariness by Sex			
Attack	Sex		Total	Wariness	Sex		Total
Frequency Expected	Male	Female		Frequency Expected	Male	Female	
Offensive	149 119.21	111 140.79	260	None	51 54.103	67 63.897	118
Normal	298 319.57	399 377.43	697	Exist	360 355.79	416 420.21	776
Absent	17 25.217	38 29.783	55	Serious	42 44.474	55 52.526	97
Total	464 45.85	548 54.15	1012 100.00	Very_serious	11 9.6285	10 11.372	21
				Total	464 45.85	548 54.15	1012 100.00

Table of Adaptability by Sex				Table of Activity by Sex			
Adaptability	Sex		Total	Activity	Sex		Total
Frequency Expected	Male	Female		Frequency Expected	Male	Female	
Good	298 285.93	325 337.07	623	Active	220 197.61	211 233.39	431
Medium	152 153.75	183 181.25	335	Medium	193 215.49	277 254.51	470
Weak	13 22.489	36 26.511	49	Static	12 22.925	38 27.075	50
Very weak	1 1.8358	3 2.1642	4	Very active	39 27.968	22 33.032	61
Total	464 45.90	547 54.10	1011 100.00	Total	464 45.85	548 54.15	1012 100.00

Table of Affability by Eye color					Table of Dewclaw by Hair color						
Affability	Eye color				Total	Dewclaw	Hair color				Total
Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate		Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate	
Friendly	166 156.1	314 311.45	267 282.94	14 10.507	761	None	289 313.45	428 403.4	36 34.525	12 13.628	765
Normal	32 41.026	85 81.854	83 74.359	0 2.7613	200	One present	14 8.1948	4 10.546	0 0.9026	2 0.3563	20
Less friendly	8 9.2308	11 18.417	26 16.731	0 0.6213	45	Two present	42 23.355	12 30.057	2 2.5724	1 1.0154	57
Avoiding	2 1.641	5 3.2742	1 2.9744	0 0.1105	8	Total	345	444	38	15	842
Total	208 20.51	415 40.93	377 37.18	14 1.38	1014 100.00						

Table of Eye color by Hair color					Table of Activity by Hair color						
Eye color	Hair color				Total	Activity	Hair color				Total
Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate		Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate	
Light brown	46 86.096	130 105.68	18 7.7528	9 3.4683	203	Active	159 178.55	230 219.17	25 16.078	7 7.193	421
Brown	148 173.04	236 212.41	16 15.582	8 6.9709	408	Medium	202 196.37	239 241.04	12 17.682	10 7.9106	463
Deep brown	227 157.77	142 193.66	3 14.207	0 6.3558	372	Static	34 21.206	16 26.03	0 1.9095	0 0.8543	50
Blue cray	1 5.0894	10 6.2472	1 0.4583	0 0.205	12	Very active	27 25.871	33 31.757	1 2.3296	0 1.0422	61
Total	422	518	38	17	995	Total	422	518	38	17	995

Table of Friendliness by Hair_color					Table of Attack by Hair color						
Friendliness	Hair color				Total	Attack	Hair color				Total
Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate		Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate	
Friendly	298 316.82	398 388.89	36 28.529	15 12.763	747	Offensive	105 108.57	129 133.27	17 9.7769	5 4.3739	256
Normal	97 83.128	97 102.04	1 7.4854	1 3.3487	196	Normal	299 291.79	362 358.17	16 26.275	11 11.755	688
Less friendly	24 18.661	19 22.907	0 1.6804	1 0.7518	44	Absent	18 21.63	27 26.551	5 1.9477	1 0.8714	51
Avoiding	3 3.393	4 4.1648	1 0.3055	0 0.1367	8	Total	422	518	38	17	995
Total	422	518	38	17	995						

Table of hair pattern by Hair color					Table of Activity by Hair pattern					
Hair pattern	Hair color				Total	Activity	Hair pattern			Total
Frequency Expected	Black	Yellow	White	Chocolate		Frequency Expected	Straight	Wavy	Curly	
Straight	291 296.46	374 363.9	25 26.695	9 11.943	699	Active	308 301.36	70 69.283	53 60.357	431
Wavy	65 66.163	76 81.214	10 5.9578	5 2.6653	156	Medium	332 330.03	82 75.874	58 66.099	472
Curly	66 59.377	68 72.884	3 5.3467	3 2.392	140	Static	32 34.961	5 8.0375	13 7.002	50
Total	422	518	38	17	995	Very active	37 42.652	6 9.8057	18 8.5424	61
						Total	709	163	142	1014

Table of Emotion by Hair quality					Table of Activity by Hair quality				
Emotion	Hair quality			Total	Activity	Hair quality			Total
Frequency Expected	Untangled	Medium tangled	Tangled		Frequency Expected	Untangled	Medium tangled	Tangled	
Stable	304 312.75	287 284.83	218 211.43	809	Active	161 166.62	175 151.74	95 112.64	431
Medium	56 56.442	52 51.402	38 38.156	146	Medium	175 182.47	150 166.18	147 123.35	472
Unstable	30 20.103	13 18.308	9 13.59	52	Static	29 19.329	12 17.604	9 13.067	50
Very unstable	2 2.7061	5 2.4645	0 1.8294	7	Very active	27 23.582	20 21.476	14 15.942	61
Total	392	357	265	1014	Total	392	357	265	1014

Table of Hair pattern by Hair quality					Table of Friendliness by Hair quality				
Hair pattern	Hair quality			Total	Friendliness	Hair quality			Total
Frequency Expected	Untangled	Medium tangled	Tangled		Frequency Expected	Untangled	Medium tangled	Tangled	
Straight	287 274.09	243 249.62	179 185.29	709	Friendly	273 294.19	281 267.93	207 198.88	761
Wavy	31 63.014	85 57.388	47 42.599	163	Normal	92 77.318	57 70.414	51 52.268	200
Curly	74 54.895	29 49.994	39 37.11	142	Less friendly	24 17.396	14 15.843	7 11.76	45
Total	392	357	265	1014	Avoiding	3 3.0927	5 2.8166	0 2.0907	8
Total	392	357	265	1014	Total	392	357	265	1014

Table of Wariness by Hair quality					Table of Friendliness by Tail set				
Wariness	Hair quality			Total	Friendliness	Tail			Total
Frequency Expected	Untangled	Medium tangled	Tangled		Frequency Expected	Curl	Upright	Sickle	
None	55 45.617	38 41.544	25 30.838	118	Friendly	290 318.1	225 218.32	245 223.57	760
Exist	278 300.77	276 273.91	224 203.32	778	Normal	107 83.712	50 57.453	43 58.835	200
Serious	45 37.499	38 34.151	14 25.35	97	Less friendly	23 18.835	16 12.927	6 13.238	45
Very serious	14 8.1183	5 7.3935	2 5.4882	21	Avoiding	4 3.3485	0 2.2981	4 2.3534	8
Total	392	357	265	1014	Total	424 41.86	291 28.73	298 29.42	1013 100.00

Table of Attack by Tail set					Table of Activity by Tail set				
Attack	Tail set			Total	Activity	Tail set			Total
Frequency Expected	Curl	Upright	Sickle		Frequency Expected	Curl	Upright	Sickle	
Offensive	90 108.83	96 74.689	74 76.486	260	Active	178 180.4	103 123.81	150 126.79	431
Normal	308 292.15	188 200.51	202 205.33	698	Medium	192 197.14	156 135.3	123 138.56	471
Absent	26 23.021	7 15.8	22 16.18	55	Static	28 20.928	14 14.363	8 14.709	50
Total	424 41.86	291 28.73	298 29.42	1013 100.00	Very active	26 25.532	18 17.523	17 17.945	61
Total	424	291	298	1013	Total	424	291	298	1013

다. 외형, 성품, 질환 형질의 유전모수 추정

(1) 외형 형질에 대한 유전모수 추정

○ 시료 수집: 외형 형질의 측정값, 부모 정보 및 고정효과(성별, 생시년월)에 정보가 있는 개체수는 총 1048두였으며 이 형질들의 기본 통계량은 아래와 같음.

○ 모델 설정: 외형 형질에 대하여 아래와 같은 일반 선형 모델 (Animal Model)을 적용하였음

$$Y = Xb + Zu + e,$$

형질	N	평균값	표준편차	최소값	최대값
체고 (cm)	1048	52.5	3.9	42.2	68.0
체장 (cm)	1048	57.8	4.7	23.6	76.0
체폭 (cm)	1048	21.4	3.1	5.6	62.0
체중 (kg)	1048	20.6	2.5	14.0	33.0

형질	성별		출생년도					
	수	암	1990-1999	2000	2001	2002	2003	2004-2008
체고 (cm)	55.0 (0.37)	52.2 (0.36)	52.9 (0.51)	52.4 (0.56)	53.8 (0.46)	53.7 (0.46)	53.2 (0.48)	55.3 (0.46)
체장 (cm)	60.6 (0.43)	58.1 (0.42)	58.5 (0.59)	58.1 (0.65)	58.9 (0.54)	59.4 (0.54)	59.9 (0.55)	61.2 (0.54)
체폭 (cm)	22.4 (0.32)	21.4 (0.31)	21.9 (0.44)	20.6 (0.48)	20.8 (0.40)	21.7 (0.40)	22.6 (0.40)	23.9 (0.40)
체중 (kg)	21.6 (0.28)	20.1 (0.27)	21.8 (0.39)	21.1 (0.43)	21.0 (0.35)	21.4 (0.35)	20.8 (0.36)	19.1 (0.35)

여기서 Y는 형질과 관련된 값을 포함하는 벡터이며, b는 형질과 관련있는 고정효과를 포함하고 있는 벡터이며, X는 이 효과들에 해당되는 설계 matrix이며, u는 Y의 표현형에 해당되는 개체들과 혈연 관계에 있는 모든 부모 조상들에 해당되는 육종가를 포함하는 벡터이며, Z는 이 육종가 값에 해당되는 설계 matrix이며 e는 잔차들을 포함하는 벡터임.

각 외형 형질들은 개체들의 성장이 어느정도 멈춰진 시기인 생후 1년이 지난 후 측정되었고, 보정된 고정 효과는 생년월(6수준)과 성별(2수준)이었다. 분석은 상용 Animal Model을 수행하는 ASREML 프로그램을 single-trait 및 multi-trait analyses 방법으로 구동하였다.

○ 결과:

- single-trait 분석에 의한 유전 분산 및 유전력 측정치

형질	상가적분산	잔차분산	유전력	표준오차	표현형S.D.
체고	5.89	5.20	0.53	0.07	3.33
체장	8.18	8.40	0.49	0.07	4.07
체폭	2.40	4.65	0.34	0.07	2.65
체중	1.48	3.72	0.29	0.06	2.28

- multiple-trait 분석에 의한 유전 분산 및 유전력(표준오차) 측정치

형질	체고	체장	흉심	체중
체고	0.51 (0.06)	0.67 (0.02)	0.40 (0.03)	0.43 (0.03)
체장	0.86 (0.05)	0.45 (0.06)	0.52 (0.03)	0.40 (0.03)
체폭	0.71 (0.09)	0.86 (0.07)	0.34 (0.06)	0.34 (0.03)
체중	0.79 (0.09)	0.81 (0.09)	0.52 (0.13)	0.27 (0.06)

- 대각선의 값은 유전력(표준오차)을 나타내며 대각선 아래 값은 형질간의 유전상관(표준오차)을, 대각선 위의 값은 형질간의 표현형 상관(표준오차) 측정치를 나타냄

○ 결과 분석: 유전력은 0.27에서부터 0.51까지 중이상의 유전력을 나타내었으며 체중의 유전력이 가장 낮았고 체고의 유전력이 가장 높게 나타났다. 유전상관의 경우 체고, 체장 및 체중간에 매우 높은 유전상관을 보였는데 이는 이 세형질중 어느 하나 형질을 증가 시킬 경우 나머지 두 형질의 유전적인 조성의 변화로 역시 증가가 기대가 된다. 표현형 상관의 경우 유전상관 값보다 상대적으로 낮은 측정값을 보였다. 체고의 경우 높은 유전력을 보였는데 이는 표현형에 근거한 개체 선발을 하더라도 70% 이상의 정확도를 기대할 수 있다. 반면에 체중의 경우 낮은 유전력을 보였는데 이는 선발을 하더라도 유전적인 기여도가 낮아 육종가를 근거로 하는 선발과 병행하여 환경적인 효과(사양)들을 중시하여 체중을 조절할 필요가 있다는 사실을 제시하여 준다.

(2) 성품 및 기타 외형 형질에 대한 유전모수 추정

- 분석 방법: 외형 형질들과 동일한 개체들에 대하여, Animal Model을 이용한 후 표현형의 값을 binary 형태로 변환한 후에 logistic regression 분석 방법을 적용하여 유전모수를 추정하였음. 모델에 보정한 고정효과는 성별, 생시년월 및 검정시 일령을 보정하였으며, single-trait 분석방법을 적용하였음.
- 결과: 측정된 유전력(표준오차)

설반	랑조	교합				
0.17 (0.10)	0.38 (0.06)	0.21 (0.08)				
정서	친화력	타인경계심	적응성	채혈시 반응	공격성향	활동성
0.05 (0.12)	0.16 (0.12)	0.13 (0.07)	0.11 (0.12)	0.14 (0.11)	0.14 (0.05)	0.14 (0.05)

- 결과 분석: 대부분의 성품과 관련된 형질의 유전력은 0.05에서 0.16사이의 값을 보였는데 이는 낮은 유전성향을 나타낸 준다. 이러한 결과는 성품과 관련된 형질은 환경적 요인들에 의해서 훨씬 더 많이 영향을 받는다는 사실을 제시하여 준다. 랑조의 경우 유전력이 40% 가까이 높게 나타나 유전적결함으로 인하여 다음세대 전달됨을 알 수 있으며 교합과 설반의 경우에도 적지 않은 유전력을 보여줌. 따라서 랑조의 경우 발생하는 개체를 잘 선별하여 후세대 생산을 위한 교배 프로그램에서 제외시키며 랑조와 관련된 유전마커를 활용하는 분자마커 도움선발을 활용할 필요가 있음.

라. 대용량 canine SNP chip을 이용한 전염색체에서 연관불균형 (LD) 조사

(1) LD 조사목적

- DNA 마커간의 연관불균형 조사는 형질과 관련하는 원인유전자를 탐색하고, 해당 집단의 유전적 특성(시조효과, 유전적부동, 선발정도, 이주정도)을 규명하는데 기본 정보를 제공하여 줄 뿐만아니라 LD 정보를 이용하여 유효집단의 크기를 추정할 수 있음.

(2) LD 측정방법 및 결과

- 대용량 canine SNP chip panels을 활용하여 연관불균형 (LD) 값에 근거하여 추정하였는데 Illumina canine 22K SNP chip과 170K SNP chip을 각각 134두 및 60두 (조합두수 183두)에 유전자형 분석을 수행하였음

- 연관불균형 측정치, r^2

$$r^2 = D^2 / P(A_1)P(A_2)P(B_1)P(B_2),$$

$$D^2 = P_{A_1P_{B_1}} \times P_{A_2P_{B_2}} - P_{A_1P_{B_2}} \times P_{A_2P_{B_1}}$$

- 유용한 SNP (MAF>0.05, genotyping rate >90%) 수 및 SNP가 분포되는 염색체 크기 (Mb) 및 SNP간 평균 간격거리(Kbp)

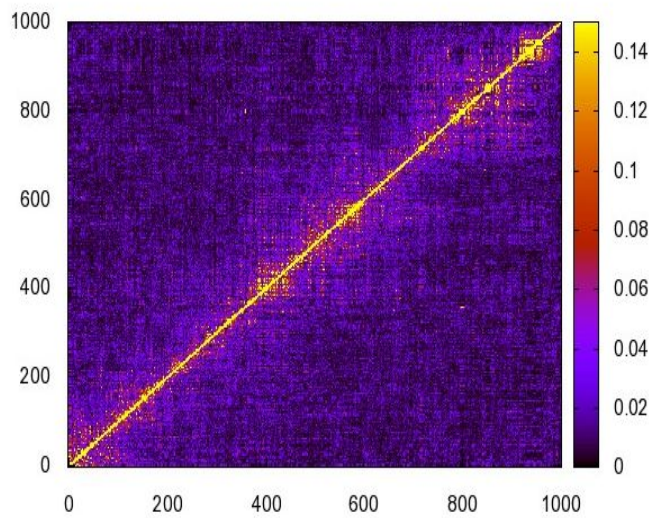
Item	20K	170K	Combined
Total Length (Mb)	2,181	2,198	2,178
Total SNP	17,441	89,788	14,055
Avg. interval (Kbp)	125	24	125
Avg. Std dev. (Kbp)	135	27	135

○ SNP간 간격이 100kb에서 5Mb 이내에 있는 SNP들간의 LD값

SNP panel	Distance	n	r ² (LD)	D'
Sap134	5Mb	10,250	0.12 (0.09~0.15)	0.59 (0.54~0.64)
	All	93,742	0.07 (0.05~0.07)	0.49 (0.45~0.53)
Sap60	5Mb	265,271	0.16 (0.13~0.21)	0.69 (0.66~0.73)
	All	2,451,513	0.10 (0.08~0.12)	0.60 (0.53~0.65)

○ 염색체별로 해당되는 두 마커간의 거리가 1000kbp (또는 1cM) 이하되는 두 마커쌍을 선별하였고 두 마커간의 거리를 0~10kbp, 10~20kbp, 20~30kbp, 30~40kbp, 40~50kbp, 50~60kbp, 60~70kbp, 70~80kbp, 80~90kbp, 90~100kbp, 100~200kbp, -----, 900~1000kbp 로 구분하였다. 각 염색체에 따라 각 거리 간격별 평균 r²-square 값은 아래 표에 나타나 있다.

bin_kb	bin_kb	r ²
0	10	0.58
10	20	0.45
20	30	0.34
30	40	0.30
40	50	0.27
50	60	0.24
60	70	0.23
70	80	0.22
80	90	0.19
90	100	0.18
100	200	0.15
200	300	0.12
300	400	0.11
400	500	0.10
500	600	0.09
600	700	0.08
700	800	0.08
800	900	0.07
900	1000	0.07



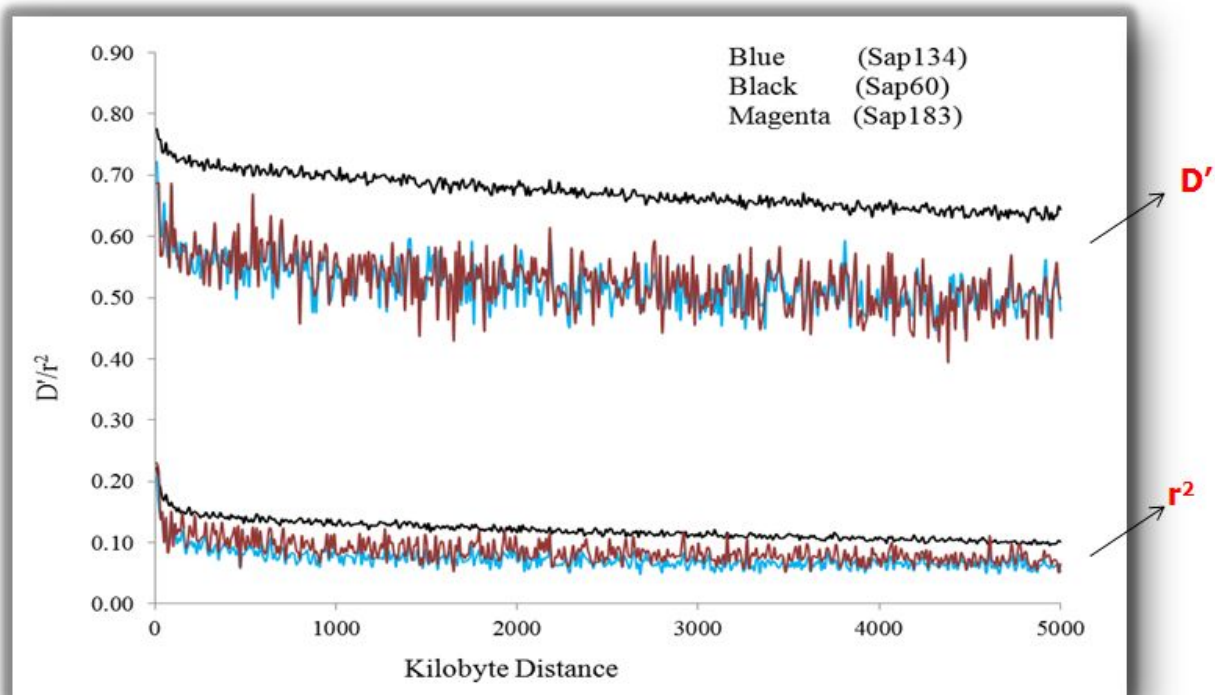
(3) 분석결과

- 두 마커간 거리가 10 kbp 이내인 경우 상동염색체에서는 r² 값이 0.58로 매우 높게 나타 났으며, 두 마커간의 거리가 멀어질수록 점점 LD가 낮아졌으며 SNP간 거리가 90kbp인 경우 0.2을 나타내었다.
- 하지만 두 마커간의 거리가 500kbp 이상 떨어진 경우 0.1 이하로 낮게 나타 났다. 유의적인 r² 값을 0.2로 설정하였을 경우, 형질과 관련된 SNP 마커를 발굴하기 위해서는 최소한 마커간 간격이 80kbp 이내로 위치해야 하며, 간격이 80kbp 이상인 경우 QTL 주변의 여러 마커들의 LD 정보를 동시에 이용하는 haplotype LD mapping 방법을 수행하는 것이 형질과 관련된 QTL을 탐색하는데 더 유리한 정보를 제공해 줄 것으로 기대된다. 아래에 첨부된 그림은 전 염색체에서, 위 그림은 염색체 1번에서 SNP들간 LD r² 값을 나타내고 있다.

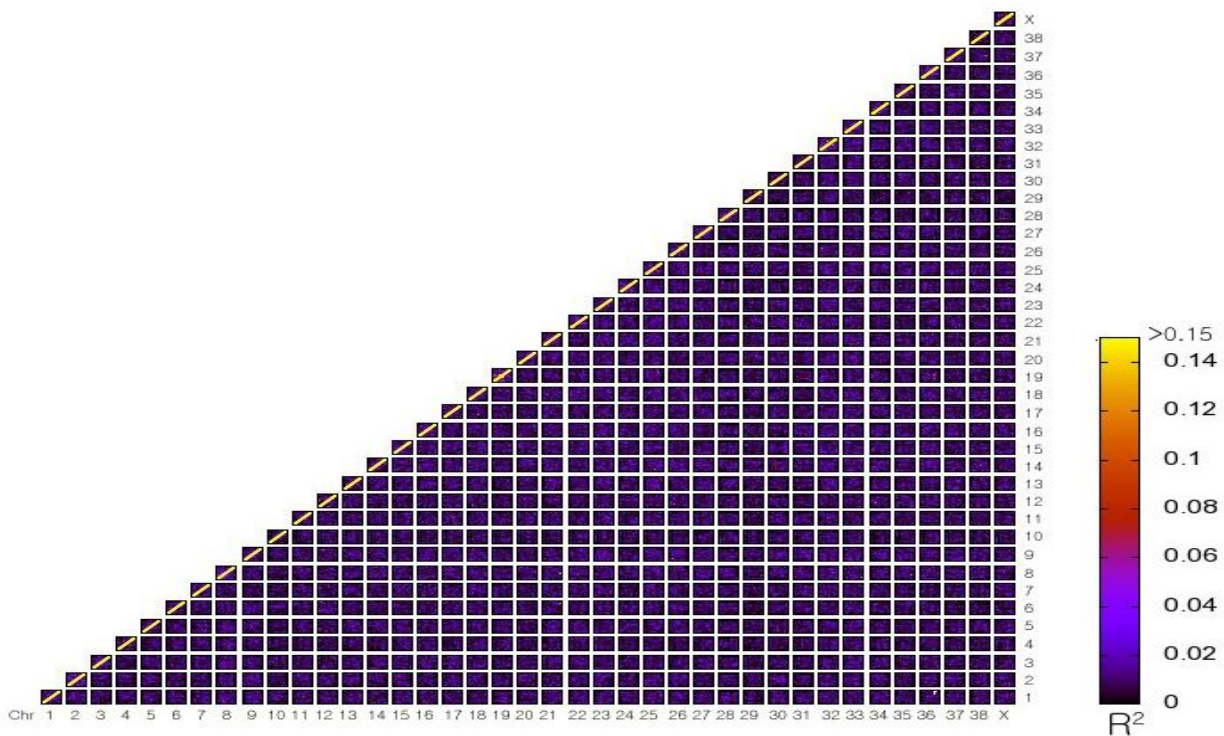
마. 삼살개 유전체 서열 해독

(1) 목적

- 삼살개 유전체 서열 해독을 통한 외형, 성품, 질환과 관련되는 유전자들을 발굴하는데 유전체 원천 정보를 제공하고 자 함.



Average Linkage disequilibrium (LD) over all chromosomes within 5 Mb



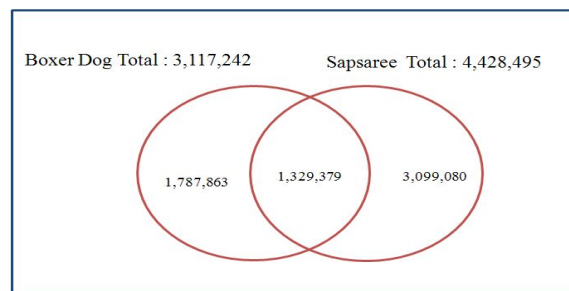
(2) 방법 및 결과

- 삽살개 우수 종견 한 마리를 선정하여 부분적인 유전체 서열 해독 작업을 NGS 장비인 Hiseq 2,000 을 이용하여 수행한 결과 다음과 같은 기초 자료를 도출하였음

Species	Sequence information (Reference genome Boxer : 2500,000,000 bp)					RefGenome Coverage
	Genomic DNA Insert size (bp)	Read Length	# Read	#Mapped reads (%)	Number of nucleotides (Gb)	
Sapsaree Dog	310	100	1,075,574,618	1,062,414,861 (98.7)	106.20	42.4

Index	SNP	INDEL
	Homozygous	1,740,638
Heterozygous	2,687,857	42,114
Total	4,428,495	67,217

Figure. Comparisons of SNPs among Boxer and Sapsari Dog



- NCBI에 등록되어져 있는 박서(Boxer) 품종의 참조 유전체 서열과 대조한 결과 42.4% coverage를 보였으며 이 부분에서 4백만여개 SNP와 6만7천개의 Indel을 발굴하였음. 발굴되어진 SNP들 중에서 Boxer와 중첩되게 발굴된 수는 1백3십여만개였으며 나머지 3백여만개 SNP는 삽살개 품종 특이 SNP로 특징 지워짐
- 이러한 결과는 삽살개 품종이 서양 품종과 확연히 다른 유전적 특성이 지닌 사실을 뒷받침 해 줌.

4. 외형, 성품, 질환 관련 DNA 마커 발굴 및 선발반응 평가

가. 외형, 성품 및 질환과 관련된 QTL (SNP) 발굴

(1) 목적

- 대용량 canine SNP chip을 적용하여 외형과 연관되어진 SNP 마커를 발굴 하여 후세대 선발에 적용하고자 함

(2) 방법

- 대용량 canine SNP chip panels을 활용하여 Illumina canine 22K SNP chip과 170K SNP chip을 각각 134두 및 60두 (조합두수 183두)에 유전자형 분석을 수행하였음
- 각 SNP에 대하여 minor allele frequency(MAF)가 >0.05, genotyping rate >90%, 두 개이상의 유전

자형(AA, AB, BB)을 가진 SNP를 선별하였음

- 18개 body shape, morphology, defects 형질에 대하여 연관분석을 수행
- 각 형질에 대하여 전장연관분석(Genome-wide association, WGA)을 다음 두 단계로 수행하였음.
 - 1) SAS GLM procedure를 이용하여 표현형에 영향을 미치는 고정효과(생시년월, 성별)들을 일반 선형모형을 적용하여 표현형을 보정하였고 얻어진 잔차들을 이용하여,
 - 2) 각 SNP에 대하여 다음과 같은 SNP 상가적 효과를 보정한 단순회귀분석 모델을 적용하였음.

$$Y = \mu + \beta_{add}X_{add} + \beta_{dom}X_{dom} + e,$$

$X_{add} = 1$ for AA, $X_{add} = 0$ for AB, $X_{add} = -1$ for BB SNP genotype이며 β_{add} 은 해당 표현형에 대하여 SNP의 상가적(additive) 효과를 나타내며, $X_{dom} = 0$ for AA, $X_{dom} = 1$ for AB, $X_{dom} = 0$ for BB SNP genotype이며 β_{dom} 은 해당 표현형에 대하여 SNP의 우성(dominance) 효과를 나타냄.

- 전장에서 발굴되어진 해당 형질에 유의적인 SNP들에 대하여 SNP들간 연관성 즉 LD가 존재할 수 있으므로 해당 형질에 가장 적합한 SNP set를 선별하는 과정이 필요함. 따라서 각 형질별로 0.01 유의수준에서 탐색되어진 SNP들에 대하여 stepwise-regression procedure를 적용하여 모델에 inclusion 과 exclusion thresholds를 0.001 유의수준으로 결정하여 형질에 관여하는 최종 SNP set를 결정하였음.

(3) 분석결과

- 분석 대상 형질들의 기본 통계량 및 특성 (N=1035)

Trait	Average	Std Dev ^a	Minimum	Maximum	CV ^b
Body height (cm)	52.5	3.9	42.2	68.0	7.3
Body length (cm)	57.9	4.6	45.0	76.0	7.9
Body depth (cm)	21.5	2.6	15.6	31.0	12.1
Body weight (kg)	20.6	2.5	14.0	33.0	12.2

Trait	Data Type	Score range	Coeff. unalikeability, u_2
Coat Color	Multinomial	1,2,3,4	0.56
Coat curliness	..	1,2,3	0.47
Coat length	..	1,2,3	0.08
Furnishings	..	1,2,3	0.28
Coat quality	..	1,2,3	0.66
Eye color	..	1,2,3,4	0.65
Nose color	Binomial	1,2	0.12
Ear erectness	..	1,2	0.03
Tail set	Multinomial	1,2,3	0.65
Teeth missing	..	1,2,3	0.66
Tongue spots	..	1,2,3	0.15
Dewclaw	Binomial	1,2	0.17
Jaw defect	Multinomial	1,2,3	0.37
Testicles	Binomial	1,2	0.06

- 전장연관분석에 참여하는 SNP 자료

Summary on available markers for different SNP data set after screening

Data set	Number of SNPs available	Average interval (kb)	Standard deviation (kb)	Total distance Mbps
Sap183	15,825	137.8	147.4	2,181
Sap60	113,917	19.2	20.8	2,199

Sap183: canine 170k와 22k에 공통적으로 있는 SNP 자료

Sap60: canine 170k에 있는 SNP 자료

- 발굴된 마커(QTL)수, 염색체 및 마커효과의 크기

Summary on identified QTL after model selection from different SNP density

Data set	Number of SNPs detected	Min·Max QTL set	CFA with No QTL	% Phenotype
Sap183	116	3-11	10,29,31,37	35-47% 31-79%
Sap60	64	2-6	11,19,31,35,36,37	60-80% 48-96%

Sap183: canine 170k와 22k에 공통적으로 있는 SNP 자료

Sap60: canine 170k에 있는 SNP 자료

CFA: canine 염색체 번호

%Phenotype: 전체 표현형분산중에 발굴되어진 마커로 설명되어지는 마커분산의 비율

- 각 형질별로 발굴된 마커(QTL)수, 염색체 번호 및 마커효과의 크기

Summary of QTL (SNP) positions for morphology traits using Sap183 panel

Trait	QTL	Chromosome No. with QTL (CFA 1 - 38)	% pheno
Body height	7	5, 18, 21, 23 , 26, 33 : 3*, 23*, 26, 27*, 36*	44
Body length	7	2, 12, 13, 16, 17, 23, 33 : 1*, 3*, 20*	47
Chest depth	6	2, 4, 5, 21, 32, 34 : 1*, 7, 13*, 38*	40
Body weight	5	3, 4, 6, 7, 14, 18, 20, 28 : 3*, 4* , 20*	35
Coat Color	11	5, 7, 8, 11, 18, 24 , 28 : 2*, 10*, 13*, 24*, 25*	69
Coat length	8	3, 4, 8, 15, 21, 22, 26, 38 : 14*, 17, 28*	53
Coat curliness	8	1 , 2 , 4, 13, 14, 15, 23 : 16*, 17*	56
Furnishings	4	1, 4, 16, 30 : 4, 16	34
Coat quality	5	2, 8, 13, 22, 27 : 2, 4*, 10, 23	38
Eye color	6	1, 4, 5, 16, 19, 30 : 1*, 4*, 5*, 20*	40
Nose color	5	2, 5, 6, 13, 16 : 2*, 5*, 30*	51
Ear erectness	6	2, 3, 7, 17, 22, 23 : NO QTL	45
Tail set	7	3, 5, 6, 7, 12, 14, 18 : 1*, 3*, 22*, 30	48
Teeth missing	7	8, 18, 27, 28, 35 : 6*, 14*, 27*, 29*, 33*	46
Tongue spots	3	8, 25, 33 : 4, 8*, 25*, 29, 33* , 34	31
Dewclaw	8	1, 5, 7, 8 , 16, 21, 36 : 6*, 16, 18*, 38*	56
Jaw defect	8	2, 5, 9, 17, 20, 23 , 35 : 6*, 32*	54
Testicles	7	2, 7, 11, 20, 23, 27, 35 : NO QTL	79

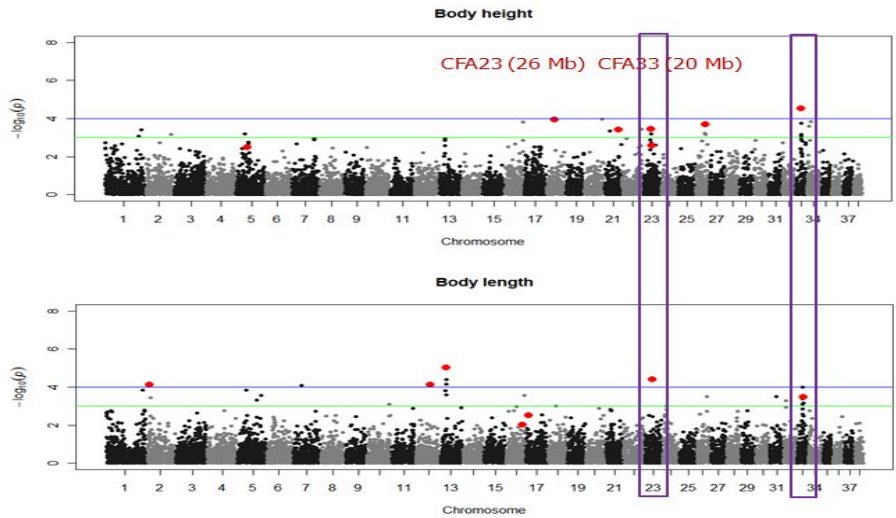
염색체번호 경계(II) 왼쪽: Sap183에서 발굴된 염색체번호

염색체번호 경계(II) 오른쪽: Sap60에서 발굴된 염색체번호

- 전반적으로 형질별로 전 염색체(CFA)에 걸쳐 QTL (SNP)들이 발굴되어졌으며 표현형의 상당한 비율이 발굴되어진 QTL들에 의하여 설명되어짐 (31%~79%), 고환의 크기(testicles)나 모색(coat color)의 경우 발굴된 마커들에 의해 상당히 큰 표현형분산을 차지하고 있음.

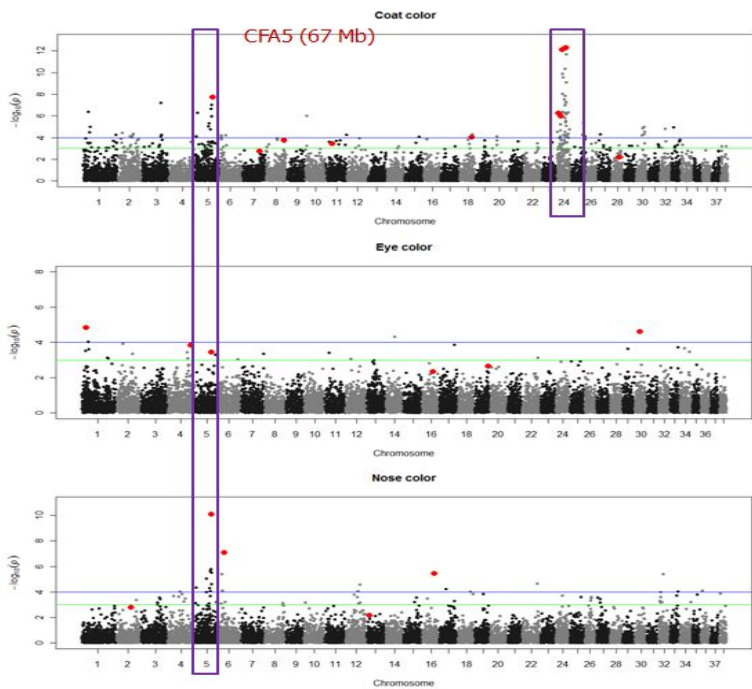
- 어떤 QTL의 경우 다면작용(pleiotrophy), 즉 하나이상의 형질에 관여함 (아래그림 참조)

Pleiotropic /
 Closer QTL
 Locations:
CFA23 (26 Mb)
CFA33 (20 Mb)
 >> Redundant SNPs



Pleiotropic QTL/
 Locations:
CFA5 (67 Mb)
 Coat color
 Nose color

Coat color
 Eye color
 Nose color
CFA5
 67,608,137 bp (CC)
 67,608,137 ,, (NC)
 68,543,610 ,, (EC)
 58,549,508* ,, (NC)
 62,568,325* ,, (NC)
 71,051,791* ,, (NC)
MC1R gene= black



QTL cluster
CFA 24
 17,054,757 bp
 22,172,944 ,,
 31,089,226 ,,
 36,027,202 ,,
 26,359,293* ,,
 28,742,476* ,,
ASIP gene= yellow
 coloration

○ 각 형질별로 발굴되어진 QTL(SNP) 위치, 효과, 및 상대적 크기 (Sap183: canine 170k와 22k에 공통적으로 있는 SNP 자료를 이용)

Trait/SNP marker ^a	SNP ^b	CFA ^c	Kbp ^c	Add ^d	SE ^e	-log ₁₀ P ^f	Dom ^g	SE ^h	-log ₁₀ P ⁱ	%σ ² _p ^h ^j
Body height^o										44.34^o
BICF2G630185062 ^o	[A G] ^o	5 ^o	39,837,194 ^o				-1.505 ^o	0.397 ^o	3.151 ^o	4.90 ^o
BICF2P1301675 ^o	[A C] ^o	18 ^o	27,939,042 ^o				1.044 ^o	0.402 ^o	3.075 ^o	6.72 ^o
BICF2P917954 ^o	[A G] ^o	21 ^o	45,944,469 ^o	0.985 ^o	0.273 ^o	3.047 ^o	-1.139 ^o	0.402 ^o	3.047 ^o	5.53 ^o
BICF2G630378928 ^o	[A G] ^o	23 ^o	26,943,447 ^o	-0.739 ^o	0.295 ^o	3.225 ^o	1.660 ^o	0.398 ^o	3.225 ^o	6.29 ^o
BICF2G630378033 ^o	[T C] ^o	23 ^o	29,079,377 ^o				-1.750 ^o	0.426 ^o	3.030 ^o	4.54 ^o
BICF2P253025 ^o	[T C] ^o	26 ^o	31,703,725 ^o	-0.664 ^o	0.279 ^o	3.177 ^o	1.313 ^o	0.398 ^o	3.177 ^o	5.51 ^o
BICF2P328516 ^o	[T C] ^o	33 ^o	20,570,635 ^o	-1.300 ^o	0.295 ^o	4.533 ^o				10.85 ^o
Body length^o										47.19^o
BICF2G630676660 ^o	[T C] ^o	2 ^o	11,389,181 ^o				-2.179 ^o	0.476 ^o	3.645 ^o	6.63 ^o
BICF2P1160025 ^o	[T C] ^o	12 ^o	46,569,532 ^o				-1.983 ^o	0.474 ^o	4.136 ^o	7.99 ^o
BICF2P1145308 ^o	[C G] ^o	13 ^o	18,020,832 ^o				2.127 ^o	0.473 ^o	5.013 ^o	11.98 ^o
BICF2P421877 ^o	[A T] ^o	16 ^o	55,622,606 ^o				1.847 ^o	0.505 ^o	3.027 ^o	2.55 ^o
BICF2P1231263 ^o	[A G] ^o	17 ^o	11,963,614 ^o	-1.449 ^o	0.359 ^o	3.402 ^o				4.29 ^o
BICF2G630379427 ^o	[A G] ^o	23 ^o	26,441,914 ^o				-2.318 ^o	0.516 ^o	3.242 ^o	7.21 ^o
BICF2S22945398 ^o	[T C] ^o	33 ^o	20,953,833 ^o	-1.483 ^o	0.340 ^o	3.973 ^o				6.56 ^o
Body depth^o										40.01^o
BICF2P995809 ^o	[C G] ^o	2 ^o	42,043,955 ^o	-0.502 ^o	0.217 ^o	3.040 ^o	1.042 ^o	0.289 ^o	3.040 ^o	5.12 ^o
BICF2P1031315 ^o	[A G] ^o	4 ^o	58,887,089 ^o	0.459 ^o	0.274 ^o	3.886 ^o	1.524 ^o	0.366 ^o	3.886 ^o	8.72 ^o
BICF2G630188518 ^o	[A G] ^o	5 ^o	49,375,178 ^o	-0.677 ^o	0.255 ^o	3.130 ^o	1.464 ^o	0.345 ^o	3.130 ^o	6.02 ^o
BICF2P1231263 ^o	[T G] ^o	21 ^o	18,692,852 ^o	-0.539 ^o	0.202 ^o	3.617 ^o	-0.775 ^o	0.283 ^o	3.617 ^o	8.84 ^o
BICF2P46076 ^o	[T C] ^o	32 ^o	4,468,510 ^o				1.924 ^o	0.541 ^o	3.021 ^o	4.56 ^o
BICF2P268152 ^o	[T C] ^o	34 ^o	28,777,576 ^o	0.636 ^o	0.179 ^o	3.273 ^o	-1.008 ^o	0.294 ^o	3.273 ^o	6.77 ^o
Body weight^o										35.72^o
BICF2P971245 ^o	[T C] ^o	6 ^o	27,520,540 ^o	-0.387 ^o	0.163 ^o	3.045 ^o	-1.113 ^o	0.291 ^o	3.045 ^o	6.28 ^o
BICF2G630550045 ^o	[A G] ^o	7 ^o	10,395,490 ^o	0.797 ^o	0.193 ^o	3.843 ^o	-0.726 ^o	0.273 ^o	3.843 ^o	7.33 ^o
BICF2S23759204 ^o	[T C] ^o	14 ^o	63,170,347 ^o	0.836 ^o	0.204 ^o	4.097 ^o				9.36 ^o
BICF2S2435042 ^o	[A G] ^o	18 ^o	17,136,801 ^o				0.985 ^o	0.268 ^o	3.183 ^o	5.00 ^o
BICF2G630267650 ^o	[T C] ^o	28 ^o	27,282,489 ^o				-1.255 ^o	0.275 ^o	3.639 ^o	7.75 ^o
Coat color^o										69.42^o
BICF2P414351 ^o	[A G] ^o	5 ^o	67,608,137 ^o	-0.396 ^o	0.059 ^o	3.605 ^o	-0.16 ^o	0.075 ^o	3.605 ^o	5.40 ^o
BICF2P1366930 ^o	[C G] ^o	7 ^o	63,272,855 ^o				-0.457 ^o	0.111 ^o	3.673 ^o	3.11 ^o
BICF2P650840 ^o	[A C] ^o	8 ^o	68,474,215 ^o	-0.237 ^o	0.045 ^o	3.327 ^o				2.86 ^o
BICF2P825425 ^o	[A C] ^o	11 ^o	27,178,549 ^o				-0.099 ^o	0.056 ^o	5.757 ^o	3.45 ^o
BICF2P470908 ^o	[A G] ^o	18 ^o	47,115,362 ^o				-0.148 ^o	0.053 ^o	3.035 ^o	3.12 ^o
BICF2G630498439 ^o	[A T] ^o	24 ^o	36,027,202 ^o				0.202 ^o	0.062 ^o	12.321 ^o	27.04 ^o
BICF2S23214420 ^o	[A G] ^o	24 ^o	31,089,226 ^o	0.211 ^o	0.043 ^o	3.752 ^o				6.11 ^o
BICF2G630503951 ^o	[A G] ^o	24 ^o	22,172,944 ^o				0.17 ^o	0.061 ^o	4.818 ^o	7.22 ^o
BICF2P298904 ^o	[A G] ^o	24 ^o	8,203,984 ^o	0.172 ^o	0.045 ^o	3.187 ^o				4.94 ^o
BICF2G630507444 ^o	[A T] ^o	24 ^o	17,054,757 ^o				-0.217 ^o	0.067 ^o	3.089 ^o	3.64 ^o
TIGRP2P359384_rs8901377 ^o	[T C] ^o	28 ^o	30,107,080 ^o	0.127 ^o	0.036 ^o	3.046 ^o				2.54 ^o
Coat length^o										52.99^o
BICF2G630344522 ^o	[A G] ^o	3 ^o	63,168,062 ^o	-0.093 ^o	0.019 ^o	5.768 ^o	-0.084 ^o	0.027 ^o	5.768 ^o	13.72 ^o
BICF2P739956 ^o	[A G] ^o	4 ^o	22,871,215 ^o	0.062 ^o	0.018 ^o	3.014 ^o	0.109 ^o	0.049 ^o	3.014 ^o	4.10 ^o
BICF2S2314001 ^o	[A G] ^o	8 ^o	56,683,456 ^o	0.08 ^o	0.02 ^o	3.437 ^o	-0.07 ^o	0.026 ^o	3.437 ^o	6.32 ^o
BICF2P342407 ^o	[A G] ^o	15 ^o	50,947,558 ^o	-0.064 ^o	0.023 ^o	3.163 ^o	-0.086 ^o	0.029 ^o	3.163 ^o	5.39 ^o
BICF2P256038 ^o	[A T] ^o	21 ^o	41,196,725 ^o				0.092 ^o	0.027 ^o	3.534 ^o	7.49 ^o
BICF2G63093355 ^o	[A G] ^o	22 ^o	64,010,165 ^o	0.1 ^o	0.025 ^o	3.299 ^o	-0.152 ^o	0.033 ^o	3.299 ^o	5.21 ^o
BICF2P1007600 ^o	[A G] ^o	26 ^o	5,463,768 ^o	0.048 ^o	0.018 ^o	3.114 ^o	-0.078 ^o	0.023 ^o	3.114 ^o	6.17 ^o
BICF2P1322030 ^o	[A G] ^o	38 ^o	18,649,472 ^o	0.065 ^o	0.017 ^o	3.146 ^o	-0.056 ^o	0.023 ^o	3.146 ^o	4.60 ^o
Coat curliness^o										56.32^o
BICF2P1141766 ^o	[A T] ^o	1 ^o	56,194,812 ^o				0.41 ^o	0.09 ^o	3.822 ^o	7.94 ^o
BICF2P150900 ^o	[C G] ^o	2 ^o	22,015,714 ^o				0.304 ^o	0.07 ^o	3.268 ^o	5.84 ^o
BICF2S23555042 ^o	[A G] ^o	2 ^o	85,458,684 ^o	-0.197 ^o	0.062 ^o	3.319 ^o	0.334 ^o	0.09 ^o	3.319 ^o	4.24 ^o
BICF2G630169570 ^o	[A G] ^o	4 ^o	76,921,475 ^o	0.087 ^o	0.039 ^o	3.242 ^o	-0.176 ^o	0.054 ^o	3.242 ^o	4.86 ^o
BICF2P318652 ^o	[A T] ^o	13 ^o	28,879,708 ^o				-0.166 ^o	0.055 ^o	3.663 ^o	7.59 ^o
BICF2G630521799 ^o	[C G] ^o	14 ^o	14,928,781 ^o	0.16 ^o	0.039 ^o	3.895 ^o	-0.143 ^o	0.054 ^o	3.895 ^o	5.95 ^o
BICF2G630423826 ^o	[A G] ^o	15 ^o	57,954,222 ^o	0.074 ^o	0.036 ^o	3.396 ^o	0.212 ^o	0.054 ^o	3.396 ^o	4.70 ^o
BICF2P564212 ^o	[T C] ^o	23 ^o	38,246,829 ^o	0.219 ^o	0.038 ^o	6.704 ^o				15.20 ^o

Trait/SNP marker ^a	SNP ^b	CFA ^c	Kbp ^c	Add ^d	SE ^e	-log ₁₀ P ^f	Dom ^g	SE ^h	-log ₁₀ P ⁱ	%σ ² _h ^j
Furnishings^o										34.34^o
TIGRP2P4318_rs8641841 ^o	[T/C] ^o	1 ^o	58,705,127 ^c	0.118 ^o	0.027 ^o	3.102 ^o				6.92 ^o
BICF2P1239323 ^o	[A/G] ^o	4 ^o	19,138,389 ^c	0.056 ^o	0.03 ^o	3.07 ^o	-0.142 ^o	0.04 ^o	3.07 ^o	5.99 ^o
BICF2S23115495 ^o	[T/C] ^o	16 ^o	25,202,281 ^c				0.173 ^o	0.042 ^o	3.607 ^o	6.42 ^o
BICF2S23328728 ^o	[A/C] ^o	30 ^o	34,200,085 ^c	0.233 ^o	0.035 ^o	6.394 ^o	-0.195 ^o	0.045 ^o	6.394 ^o	15.02 ^o
Coat Quality^o										38.14^o
BICF2S23551762 ^o	[A/C] ^o	2 ^o	77,059,469 ^c	-0.243 ^o	0.062 ^o	3.258 ^o	-0.242 ^o	0.083 ^o	3.258 ^o	6.63 ^o
BICF2P1329788 ^o	[A/T] ^o	8 ^o	17,401,156 ^c	-0.117 ^o	0.051 ^o	3.434 ^o	-0.168 ^o	0.07 ^o	3.434 ^o	7.54 ^o
BICF2S23437260 ^o	[T/G] ^o	13 ^o	54,287,246 ^c	0.243 ^o	0.05 ^o	4.682 ^o	0.28 ^o	0.073 ^o	4.682 ^o	11.29 ^o
BICF2S23320625 ^o	[T/C] ^o	22 ^o	63,017,133 ^c				-0.314 ^o	0.074 ^o	3.503 ^o	6.16 ^o
BICF2G630140810 ^o	[T/C] ^o	27 ^o	9,120,528 ^c	-0.146 ^o	0.043 ^o	3.761 ^o	0.173 ^o	0.074 ^o	3.761 ^o	6.51 ^o
Eye color^o										40.18^o
BICF2G630712709 ^o	[T/C] ^o	1 ^o	18,882,550 ^c				0.314 ^o	0.076 ^o	4.815 ^o	12.16 ^o
BICF2G630177714 ^o	[A/G] ^o	4 ^o	86,730,730 ^c				-0.224 ^o	0.071 ^o	3.013 ^o	5.90 ^o
BICF2P394706 ^o	[A/C] ^o	5 ^o	68,543,610 ^c	0.183 ^o	0.053 ^o	3.543 ^o				2.19 ^o
BICF2P1150581 ^o	[A/G] ^o	16 ^o	42,361,889 ^c				-0.256 ^o	0.067 ^o	3.022 ^o	5.20 ^o
BICF2P951737 ^o	[A/C] ^o	19 ^o	53,627,450 ^c				0.269 ^o	0.071 ^o	3.19 ^o	5.27 ^o
BICF2P1470243 ^o	[T/C] ^o	30 ^o	21,775,876 ^c	-0.2 ^o	0.042 ^o	4.253 ^o				9.46 ^o
Nose color^o										51.08^o
BICF2P683461 ^o	[C/G] ^o	2 ^o	55,096,952 ^c				-0.378 ^o	0.092 ^o	3.064 ^o	4.50 ^o
BICF2P414351 ^o	[A/G] ^o	5 ^o	67,608,137 ^c	0.698 ^o	0.098 ^o	10.059 ^o	0.5 ^o	0.125 ^o	10.059 ^o	22.69 ^o
BICF2P1304979 ^o	[A/C] ^o	6 ^o	21,625,520 ^c	-0.461 ^o	0.093 ^o	5.496 ^o	0.342 ^o	0.115 ^o	5.496 ^o	11.89 ^o
BICF2S22921708 ^o	[A/G] ^o	13 ^o	12,231,229 ^c				0.388 ^o	0.091 ^o	3.995 ^o	5.30 ^o
BICF2G630813440 ^o	[A/C] ^o	16 ^o	47,997,028 ^c	0.396 ^o	0.089 ^o	4.044 ^o	0.271 ^o	0.109 ^o	4.044 ^o	6.71 ^o

Trait/SNP marker ^a	SNP ^b	CFA ^c	Kbp ^c	Add ^d	SE ^e	-log ₁₀ P ^f	Dom ^g	SE ^h	-log ₁₀ P ⁱ	%σ ² _h ^j
Ear erectness^o										44.77^o
BICF2G630787335 ^o	[T/C] ^o	2 ^o	4,350,551 ^c				-0.476 ^o	0.123 ^o	3.158 ^o	4.88 ^o
BICF2P1153515 ^o	[A/G] ^o	3 ^o	56,896,699 ^c	-0.313 ^o	0.07 ^o	5.851 ^o	0.267 ^o	0.096 ^o	5.851 ^o	13.90 ^o
BICF2P893787 ^o	[T/C] ^o	7 ^o	15,319,772 ^c	0.201 ^o	0.053 ^o	3.526 ^o	0.143 ^o	0.076 ^o	3.526 ^o	7.53 ^o
BICF2S22962078 ^o	[A/G] ^o	17 ^o	7,942,297 ^c	0.182 ^o	0.062 ^o	3.018 ^o	-0.446 ^o	0.147 ^o	3.018 ^o	5.09 ^o
BICF2P728700 ^o	[A/C] ^o	22 ^o	48,960,803 ^c	0.186 ^o	0.056 ^o	3.217 ^o	0.242 ^o	0.078 ^o	3.217 ^o	5.83 ^o
BICF2P335079 ^o	[A/C] ^o	23 ^o	51,911,646 ^c	0.309 ^o	0.075 ^o	3.834 ^o	0.274 ^o	0.104 ^o	3.834 ^o	7.54 ^o
Tail set^o										48.08^o
BICF2S23445287 ^o	[A/G] ^o	3 ^o	30,059,175 ^c	-0.113 ^o	0.054 ^o	3.207 ^o	-0.151 ^o	0.074 ^o	3.207 ^o	4.68 ^o
BICF2S23451135 ^o	[T/C] ^o	5 ^o	58,790,110 ^c	-0.223 ^o	0.042 ^o	5.262 ^o				11.65 ^o
BICF2G630576908 ^o	[T/G] ^o	6 ^o	52,333,535 ^c				-0.281 ^o	0.094 ^o	3.011 ^o	5.31 ^o
BICF2P399640 ^o	[A/T] ^o	7 ^o	78,663,882 ^c	0.212 ^o	0.061 ^o	3.116 ^o	0.298 ^o	0.095 ^o	3.116 ^o	5.89 ^o
BICF2S23531391 ^o	[A/C] ^o	12 ^o	11,884,208 ^c	-0.338 ^o	0.069 ^o	3.602 ^o	0.403 ^o	0.087 ^o	3.602 ^o	7.82 ^o
BICF2G630524196 ^o	[A/C] ^o	14 ^o	24,745,709 ^c				-0.294 ^o	0.07 ^o	3.585 ^o	6.36 ^o
BICF2G630691859 ^o	[T/C] ^o	18 ^o	47,575,493 ^c				-0.281 ^o	0.065 ^o	4.042 ^o	6.37 ^o
Teeth missing^o										45.93^o
BICF2P675334 ^o	[T/G] ^o	8 ^o	4,477,476 ^c	-0.317 ^o	0.072 ^o	3.565 ^o	0.07 ^o	0.111 ^o	3.565 ^o	5.75 ^o
BICF2P742980 ^o	[T/C] ^o	18 ^o	48,733,675 ^c				0.608 ^o	0.133 ^o	3.986 ^o	6.57 ^o
BICF2G630146096 ^o	[A/T] ^o	27 ^o	19,149,417 ^c	-0.735 ^o	0.115 ^o	6.407 ^o	-0.82 ^o	0.165 ^o	6.407 ^o	15.20 ^o
BICF2P171634 ^o	[A/G] ^o	28 ^o	17,618,125 ^c	-0.4 ^o	0.097 ^o	4.675 ^o	-0.426 ^o	0.133 ^o	4.675 ^o	9.71 ^o
BICF2G630775467 ^o	[T/G] ^o	35 ^o	20,851,141 ^c				-0.483 ^o	0.111 ^o	3.177 ^o	8.71 ^o
Tongue spots^o										30.57^o
BICF2S22946305 ^o	[T/C] ^o	8 ^o	51,393,848 ^c	-0.235 ^o	0.059 ^o	4.56 ^o	0.232 ^o	0.088 ^o	4.56 ^o	9.61 ^o
BICF2P1341041 ^o	[T/C] ^o	25 ^o	41,848,979 ^c	0.225 ^o	0.059 ^o	3.833 ^o	0.216 ^o	0.089 ^o	3.833 ^o	7.32 ^o
BICF2P945632 ^o	[A/C] ^o	33 ^o	19,443,527 ^c	-0.422 ^o	0.091 ^o	5.759 ^o	0.501 ^o	0.116 ^o	5.759 ^o	13.63 ^o

○ 각 형질별로 발굴되어진 QTL(SNP) 위치, 효과, 및 상대적 크기 (Sap60: canine 170k에 있는 SNP 자료를 이용)

Trait/SNP marker ^{a,c}	SNP ^b	CFA ^c	Kbp ^c	Add ^d	SE ^e	-log ₁₀ P ^f	Dom ^g	SE ^h	-log ₁₀ P ^f	%σ ² _p ^{h,i}
No. of dewclaws^c										
BICF2P227551	[T C]	1	25,353,668	-0.229	0.051	3.771	0.214	0.073	3.771	7.34
BICF2P531176	[A G]	5	60,980,808	-0.187	0.049	3.471				5.23
BICF2P321194	[A C]	7	77,744,350	-0.131	0.052	3.104	0.219	0.068	3.104	3.94
BICF2S2443608	[A G]	8	38,092,691	-0.212	0.058	6.699	0.227	0.077	6.699	15.75
BICF2P1210411	[A G]	8	52,252,934	0.157	0.05	3.59	0.307	0.074	3.59	5.88
BICF2P558285	[A G]	16	27,539,862	-0.179	0.051	3.237				5.71
BICF2G630655558	[A G]	21	14,025,850	-0.173	0.056	3.735	0.157	0.074	3.735	6.66
BICF2P1378528	[A T]	36	15,782,599	-0.322	0.07	3.703	0.286	0.087	3.703	5.10
Jaw defect^c										
BICF2P1223995	[A G]	2	73,031,818	0.113	0.03	3.3	-0.121	0.047	3.3	5.10
BICF2P671511	[A G]	5	55,253,494				-0.165	0.045	3.36	4.55
BICF2G630839742	[A G]	9	43,054,820	0.184	0.037	4.722	-0.13	0.049	4.722	10.18
BICF2P735742	[A G]	17	51,662,862	0.104	0.034	4.944	-0.119	0.046	4.944	11.94
BICF2S23660675	[T C]	20	27,858,645	0.109	0.03	3.425	-0.152	0.047	3.425	6.18
BICF2P398463	[T C]	23	53,563,548				0.224	0.046	3.375	6.58
BICF2P681843	[T C]	23	20,086,221				0.196	0.046	3.43	5.17
BICF2G630776390	[A G]	35	21,818,634	-0.13	0.035	3.011	-0.111	0.05	3.011	3.99
No. of testicle^c										
BICF2P903031	[A G]	2	56,092,483	0.325	0.067	3.114	0.348	0.092	3.114	12.22
BICF2P1023961	[T G]	7	40,236,791				-0.487	0.093	3.218	10.08
BICF2G630298548	[A G]	11	28,261,043				-0.362	0.092	3.175	7.99
TIGRP2P276529_rs8891639	[T C]	20	8,251,132	0.191	0.075	3.077	0.308	0.09	3.077	6.67
BICF2G630379864	[T C]	23	25,918,473	-0.248	0.066	3.008				4.97
BICF2P1462948	[A G]	27	39,086,643	0.554	0.075	3.789	0.509	0.098	3.789	21.78
BICF2G630768124	[A G]	35	6,898,081	-0.191	0.078	3.147	0.413	0.097	3.147	14.82

^{a,c} SNP marker annotations and their positions ^b Nucleotides of substitution. ^d Estimate is for allele substitution effect replacing the latter with the former allele (nucleotide) in the SNP column. ^e Standard error. ^f Negative logarithm of the comparison-wise p-value of the test statistic against the null hypothesis of no SNP effect at the SNP position. ^g Estimate is for allele dominance effect. ^h Estimates of genetic variance. Proportion of phenotypic variance explained by the SNP was mentioned in braces. The values on the rows of trait names are the sum of the %σ²_p values across all SNPs for the trait^c

Trait/SNP marker ^{a,c}	SNP ^b	CFA ^c	Kbp ^c	Add ^d	SE ^e	-log ₁₀ P ^f	Dom ^g	SE ^h	-log ₁₀ P ^f	%σ ² _p ^{h,i}
Body height^c										
BICF2P1092111	[T C]	3	33,063,475	-	-	-	2.207	0.425	4.652	17.21
BICF2G630378378	[A C]	23	27,835,845	-0.949	0.300	3.967	-1.562	0.423	3.967	8.10
BICF2S23544425	[A G]	26	36,132,126	0.810	0.284	3.567	-1.421	0.414	3.567	9.77
BICF2S23446595	[T C]	27	12,431,586	-1.985	0.317	3.615	-	-	-	17.79
BICF2G630766060	[T C]	36	5,743,117	-1.136	0.308	4.125	-2.650	0.431	4.125	28.34
Body length^c										
BICF2P743611	[A G]	1	117,940,829	1.268	0.513	3.264	2.111	0.741	3.264	12.61
BICF2P1092111	[T C]	3	33,063,475	-	-	-	4.509	0.739	4.059	27.54
BICF2P390223	[T C]	20	41,799,616	-	-	-	3.283	0.743	3.985	19.72
Body depth^c										
BICF2P1021017	[T C]	1	94,529,544	-	-	-	1.794	0.370	4.320	28.69
BICF2P1020968	[A T]	7	64,051,475	-	-	-	-1.624	0.363	3.079	15.95
TIGRP2P182046_rs9239858	[A G]	13	57,216,566	-	-	-	1.542	0.360	3.520	9.75
BICF2G63067075	[A G]	38	25,617,759	-1.038	0.258	4.525	-1.720	0.350	4.525	17.46
Body weight^c										
BICF2G630107255	[T C]	3	37,380,260	-	-	-	0.947	0.256	3.043	10.96
BICF2G630169045	[A G]	4	75,983,024	-	-	-	-1.685	0.254	5.262	33.50
BICF2P206990	[T C]	4	21,211,935	0.413	0.176	3.885	-1.049	0.266	3.885	17.91
BICF2P1001812	[T C]	20	29,513,667	-	-	-	-0.995	0.252	3.125	8.55

(4) 결과 요약

- 대부분의 형질들에 대하여 발굴되어진 마커들이 적지 않은 표현형분산을 설명하고 있는데 (31~87%), 이는 해당 형질에 대하여 육종을 통한 개선효과가 클 것으로 기대되며, 특히 발굴되어진 마커를 활용하여 후세대의 반려견 및 치료견 선발 및 교배 프로그램에 적용할 경우 마커도움 육종 효과를 적지않게 가져올 것으로 기대 됨.

Trait/SNP marker ^a	SNP ^b	CFA ^c	Kbp ^c	Add ^d	SE ^e	-log ₁₀ P ^f	Dom ^g	SE ^e	-log ₁₀ P ^f	%σ ² _g ^h
Coat color ^o										95.79
BICF2P970060 ^o	[T]G ^o	2 ^o	66,808,830 ⁺	0.165 ^o	0.03 ^o	5.619 ^o	-0.16 ^o	0.034 ^o	5.619 ^o	8.64 ^o
BICF2S23647325 ^o	[A]G ^o	10 ^o	67,858,787 ⁺	-0.067 ^o	0.026 ^o	3.023 ^o	-0.115 ^o	0.037 ^o	3.023 ^o	1.86 ^o
BICF2G630747830 ^o	[T]C ^o	13 ^o	63,182,583 ⁺	0.176 ^o	0.026 ^o	4.619 ^o	-0.115 ^o	0.033 ^o	4.619 ^o	4.95 ^o
BICF2S2309669 ^o	[T]C ^o	24 ^o	26,359,293 ⁺	-0.431 ^o	0.036 ^o	18.179 ^o	0.206 ^o	0.043 ^o	18.179 ^o	76.39 ^o
BICF2P1243790 ^o	[A]G ^o	24 ^o	28,742,476 ⁺	-0.118 ^o	0.035 ^o	3.151 ^o	0.115 ^o	0.039 ^o	3.151 ^o	2.48 ^o
BICF2P778837 ^o	[A]G ^o	25 ^o	40,024,016 ⁺				-0.144 ^o	0.036 ^o	3.395 ^o	1.47 ^o
Coat length ^o										58.02
BICF2P572437 ^o	[C]G ^o	14 ^o	49,246,272 ⁺	0.114 ^o	0.025 ^o	3.846 ^o	-0.159 ^o	0.037 ^o	3.846 ^o	26.32 ^o
BICF2G630221986 ^o	[A]G ^o	17 ^o	11,748,842 ⁺	0.107 ^o	0.026 ^o	3.529 ^o	-0.097 ^o	0.036 ^o	3.529 ^o	18.80 ^o
BICF2G630268885 ^o	[A]G ^o	28 ^o	25,052,425 ⁺	-0.105 ^o	0.026 ^o	3.15 ^o				12.90 ^o
Coat curliness ^o										48.11
BICF2G630815399 ^o	[A]G ^o	16 ^o	50,767,605 ⁺	-0.169 ^o	0.045 ^o	3.656 ^o	-0.177 ^o	0.067 ^o	3.656 ^o	27.22 ^o
G956f16S298 ^o	[T]C ^o	17 ^o	22,447,281 ⁺	-0.2 ^o	0.053 ^o	3.746 ^o	-0.228 ^o	0.068 ^o	3.746 ^o	20.89 ^o
Furnishings ^o										54.36
BICF2G630177987 ^o	[A]G ^o	4 ^o	86,922,406 ⁺	0.11 ^o	0.042 ^o	3.083 ^o	-0.22 ^o	0.061 ^o	3.083 ^o	13.44 ^o
BICF2P347719 ^o	[A]C ^o	16 ^o	40,546,427 ⁺	-0.231 ^o	0.041 ^o	6.515 ^o	-0.195 ^o	0.059 ^o	6.515 ^o	40.92 ^o
Coat quality ^o										70.02
BICF2P1172264 ^o	[T]G ^o	2 ^o	78,772,283 ⁺	-0.144 ^o	0.074 ^o	3.008 ^o	-0.234 ^o	0.09 ^o	3.008 ^o	10.77 ^o
BICF2S22957729 ^o	[T]C ^o	4 ^o	21,166,510 ⁺				-0.364 ^o	0.099 ^o	3.095 ^o	6.84 ^o
BICF2S23626371 ^o	[C]G ^o	10 ^o	33,360,149 ⁺	-0.442 ^o	0.073 ^o	3.841 ^o				15.54 ^o
BICF2G630373163 ^o	[A]G ^o	23 ^o	36,366,242 ⁺	-0.123 ^o	0.064 ^o	5.793 ^o	0.36 ^o	0.094 ^o	5.793 ^o	36.87 ^o
Eye color ^o										69.13
BICF2P327379 ^o	[T]C ^o	1 ^o	26,111,144 ⁺	0.626 ^o	0.088 ^o	5.095 ^o				33.49 ^o
BICF2P265016 ^o	[T]C ^o	4 ^o	76,804,430 ⁺	0.132 ^o	0.067 ^o	3.381 ^o	0.207 ^o	0.089 ^o	3.381 ^o	16.14 ^o
BICF2P1238336 ^o	[T]C ^o	5 ^o	8,330,532 ⁺				-0.369 ^o	0.092 ^o	3.255 ^o	9.39 ^o
BICF2P355591 ^o	[T]C ^o	20 ^o	48,659,824 ⁺				-0.341 ^o	0.087 ^o	3.006 ^o	10.11 ^o
Nose color ^o										90.93
BICF2P752318 ^o	[A]G ^o	2 ^o	68,912,722 ⁺	-0.531 ^o	0.06 ^o	10.213 ^o	0.439 ^o	0.086 ^o	10.213 ^o	55.56 ^o
BICF2S2335536 ^o	[T]C ^o	5 ^o	58,549,508 ⁺	0.214 ^o	0.058 ^o	3.362 ^o	0.331 ^o	0.083 ^o	3.362 ^o	10.74 ^o
BICF2G630241268 ^o	[T]C ^o	5 ^o	71,051,791 ⁺	-0.199 ^o	0.056 ^o	3.328 ^o	0.236 ^o	0.082 ^o	3.328 ^o	5.62 ^o
BICF2S23742056 ^o	[T]C ^o	5 ^o	62,568,325 ⁺	0.124 ^o	0.051 ^o	3.818 ^o	0.291 ^o	0.079 ^o	3.818 ^o	4.02 ^o
BICF2S23025003 ^o	[A]G ^o	30 ^o	27,143,624 ⁺				0.528 ^o	0.077 ^o	3.133 ^o	7.90 ^o
BICF2G630407532 ^o	[T]G ^o	30 ^o	21,330,018 ⁺	0.286 ^o	0.059 ^o	4.702 ^o	0.248 ^o	0.078 ^o	4.702 ^o	7.09 ^o
Tail set ^o										65.38
BICF2G630791014 ^o	[A]G ^o	1 ^o	87,058,588 ⁺				-0.394 ^o	0.097 ^o	3.048 ^o	19.14 ^o
BICF2P1312074 ^o	[A]G ^o	3 ^o	28,196,051 ⁺	0.287 ^o	0.076 ^o	3.02 ^o	0.131 ^o	0.095 ^o	3.02 ^o	7.07 ^o
BICF2G63091975 ^o	[A]G ^o	22 ^o	62,998,392 ⁺				0.353 ^o	0.1 ^o	3.011 ^o	12.13 ^o
BICF2P1400149 ^o	[C]G ^o	30 ^o	41,953,761 ⁺				0.425 ^o	0.093 ^o	3.972 ^o	27.05 ^o
Teeth missing ^o										79.62
TIGRP2P85656_rs8866227 ^o	[T]G ^o	6 ^o	8,714,281 ⁺				-0.566 ^o	0.114 ^o	4.445 ^o	9.93 ^o
BICF2G630529547 ^o	[T]C ^o	14 ^o	42,908,018 ⁺				0.445 ^o	0.12 ^o	3.142 ^o	12.03 ^o
BICF2G630149154 ^o	[A]C ^o	27 ^o	25,763,313 ⁺				-0.616 ^o	0.114 ^o	3.031 ^o	10.06 ^o
BICF2G630635386 ^o	[A]G ^o	29 ^o	41,450,411 ⁺	0.374 ^o	0.088 ^o	4.165 ^o	-0.459 ^o	0.115 ^o	4.165 ^o	28.16 ^o
BICF2P227763 ^o	[A]G ^o	33 ^o	14,784,885 ⁺	-0.48 ^o	0.082 ^o	3.839 ^o	-0.599 ^o	0.115 ^o	3.839 ^o	19.45 ^o
Tongue spots ^o										86.72
BICF2S23228764 ^o	[T]G ^o	4 ^o	77,165,234 ⁺	0.37 ^o	0.058 ^o	4.501 ^o	0.281 ^o	0.078 ^o	4.501 ^o	20.13 ^o
BICF2P1132380 ^o	[A]T ^o	8 ^o	62,433,442 ⁺	0.269 ^o	0.056 ^o	3.377 ^o	0.332 ^o	0.078 ^o	3.377 ^o	11.23 ^o
BICF2P1468350 ^o	[T]G ^o	25 ^o	22,529,775 ⁺	-0.172 ^o	0.057 ^o	3.042 ^o	0.218 ^o	0.075 ^o	3.042 ^o	4.50 ^o
BICF2G630630896 ^o	[A]G ^o	29 ^o	34,513,608 ⁺	0.275 ^o	0.055 ^o	3.325 ^o				8.51 ^o
BICF2P551368 ^o	[T]C ^o	33 ^o	17,429,090 ⁺	0.256 ^o	0.061 ^o	5.565 ^o	0.214 ^o	0.081 ^o	5.565 ^o	35.71 ^o
BICF2G630459938 ^o	[T]C ^o	34 ^o	28,418,957 ⁺	0.227 ^o	0.06 ^o	3.441 ^o	0.301 ^o	0.077 ^o	3.441 ^o	6.63 ^o
No. of dewclaws ^o										71.70
BICF2P1236966 ^o	[T]C ^o	6 ^o	53,880,125 ⁺	0.29 ^o	0.08 ^o	3.052 ^o				14.79 ^o
BICF2P891978 ^o	[T]C ^o	16 ^o	38,965,897 ⁺	-0.19 ^o	0.081 ^o	3.367 ^o	0.339 ^o	0.118 ^o	3.367 ^o	9.83 ^o
BICF2P684829 ^o	[T]C ^o	18 ^o	29,145,675 ⁺	0.372 ^o	0.086 ^o	3.452 ^o	0.32 ^o	0.118 ^o	3.452 ^o	12.67 ^o
BICF2S23030206 ^o	[A]G ^o	38 ^o	21,677,959 ⁺	0.303 ^o	0.079 ^o	5.219 ^o	0.625 ^o	0.112 ^o	5.219 ^o	34.40 ^o
Jaw defect ^o										48.49
BICF2G630166303 ^o	[T]C ^o	6 ^o	18,323,456 ⁺				0.348 ^o	0.086 ^o	3.117 ^o	15.43 ^o
BICF2P1197413 ^o	[A]C ^o	32 ^o	16,756,429 ⁺	0.251 ^o	0.061 ^o	4.968 ^o	-0.195 ^o	0.079 ^o	4.968 ^o	33.06 ^o

^a SNP marker annotations and their positions. ^b Nucleotides of substitution.

^c Estimate is for allele substitution effect replacing the latter with the former allele (nucleotide) in the SNP column. ^e Standard error.

^f Negative logarithm of the comparison-wise p-value of the test statistic against the null hypothesis of no SNP effect at the SNP position.

^g Estimate is for allele dominance effect.

^h Estimates of genetic variance. Proportion of phenotypic variance explained by the SNP was mentioned in braces. The values on the rows of trait names are the sum of the %σ²_g values across all SNPs for the trait.

○ 170K chip을 이용하여 전장분석을 수행한 분석이 22K chip을 활용하는 경우보다 마커효과의 크기,

즉 전체 표현형분산에서 마커로 설명되어지는 분산의 비율 측정값이 더 높게 나타났는데, 이러한 사실은 170K chip 분석에 이용된 시료수가 매우 적어(N=60) 측정값이 위로 편향된(upward biased) 결과를 가져온 것으로 기인됨.

- 22k chip을 이용하여 전장분석을 수행한 분석이 170k chip을 활용하는 경우보다 더 많은 QTL들이 발굴되었는데 마커들간의 간격 즉 마커 밀도가 높다고 해서 더 많은 QTL들이 발굴되어진다는 사실이 아님을 입증하며, 시료크기가 QTL 발굴의 검정력에 더 크게 영향을 주는 요인임을 알 수 있음. 즉 22k chip을 이용하여 134마리를 분석한 반면 170k chip으로는 60마리밖에 유전자형 분석을 수행하지 않았음. 따라서 더 높은 밀도를 가진 SNP chip을 활용 할 경우에 QTL 발굴의 검정력을 높이기 위해서는 더 많은 시료(sample size)를 확보하는 것이 중요함.
- 발굴되어진 외형, 성품 및 질환 관련 상당수 QTL 부위들은 다른 견 품종에서 조사한 QTL 부위와 다른 새로이 발견된 QTL들임. 이러한 사실은 유전적 진화과정에서 삼살개 품종이 서양 또는 유럽 견종들과 격리되어 한반도 풍토에 적합하게 진화되어온 사실을 지적하고 있음.

나. 마커도움선발(MAS) 반응 평가

(1) 목적

- 각 형질별로 발굴되어진 DNA 마커효과를 이용하여 차세대에서 기대되어지는 유전적 개량량을 추정하여, 혈통과 표현형 정보에 의한 선발 반응에 대하여 DNA 마커효과를 첨가 하였을 경우 부가적인 선발 반응을 평가하고자 함.

(2) 방법

- 혈통과 표현형 정보에 의한 선발 반응은 다음과 같이 추정 되었음
 - 선발차(S): 각 형질별로 1세대에서 부모로 선발된 개체들의 평균 값과 1세대 전체의 평균값 차이를 계산
 - 형질별로 Animal Model을 이용하여 ASREML구동하여 유전분산, 잔차분산 및 유전력(h^2) 추정
 - 기대 선발반응: 표현형 유전적 개량량: $\Delta G = h^2 S$
- 형질별로 DNA 마커를 이용한 선발 반응
 - 마커에 의하여 설명되어지는 유전 분산은: $= \sum_{i=1}^n 2 \times p \times q \times \beta^2$
 - 여기서 n은 발굴되어진 총 SNP 개수, p와 q는 해당 SNP의 대립인자 빈도를 나타내며, β 는 SNP의 효과임
 - 각 외형, 질환 및 성품에 관련된 마커 효과들의 측정된 유전분산값은 위 표에 도식되어 있음.
 - 마커효과에 의한 기대 선발반응: 마커효과 유전적 개량량: $\Delta G = h^2_{\text{marker}} S$

(3) 분석결과

- 아래표는 주요 외형 형질과 성품 형질에 대하여 각 용도별 선발차 (앞서 선발반응에서 구한 값) 및 표현형 및 혈통정보에 의한 유전력과 마커효과에 의한 유전력 및 각각의 유전적 개량량이 나열되어 있음
- 일반적으로 외형 형질이 성품 형질에 비하여 보다 높은 유전적 개량량을 나타내는데 이러한 이유는

형질	표현형 마커효과		선발차			표현형 마커효과			선발차		
	유전력	유전력	청반려견	표현형 ΔG	마커효과 ΔG	황반려견	표현형 ΔG	마커효과 ΔG	청치료견	표현형 ΔG	마커효과 ΔG
체고	0.48	0.44	1.32	0.64	0.58	1.52	0.74	0.66	3.70	1.79	1.61
체장	0.42	0.46	1.34	0.57	0.62	2.89	1.22	1.34	3.29	1.39	1.53
체폭	0.33	0.70	0.95	0.31	0.67	1.31	0.43	0.92	1.65	0.54	1.16
체중	0.26	0.25	-0.32	-0.08	-0.08	-0.09	-0.02	-0.02	0.38	0.10	0.09
채혈	0.12	0.26	-0.07	-0.01	-0.02	-0.04	0.00	-0.01	-0.07	-0.01	-0.02
정서	0.06	0.15	-0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
친화력	0.08	0.10	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
적응성	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

외형과 관련된 유전력이 성품보다 더 높기 때문임.

- 외형 형질의 경우 청치료견이 청반려견이나 황반려견보다 높은 유전적 개량량을 보였음. 하지만 성품과 관련된 형질의 경우 용도별 뚜렷한 유전적 개량량 차이는 보이지 않았음.
- 일반적으로 혈통-표현형에 근거한 유전적 개량량과 마커효과에 의한 유전적 개량량이 유사하거나 더 높게 나타났음. 이러한 결과는 실제 마커에 의하여 모든 유전분산이 설명되어지는 것이 아니며 일부분만 설명되어지는 사실과는 달리 대부분의 유전분산이 마커에 의하여 설명되어지는 것을 의미함.
- 이러한 결과는 마커 분석에 이용되었던 개체수, 즉 샘플사이즈가 너무 적어(N=60), 발굴되어진 마커 효과가 너무 과장되어 측정이 되었기 때문임. 따라서 유전적 개량량의 정확한 값을 측정하기 위해서는 부가적인 마커 genotyping을 추가하여 수행할 필요가 있음.

다. DNA 마커효과를 조합한 분자유종선발 프로그램 개발 및 적용

(1) 목적

- 외형(체고, 체장, 체폭, 체중) 형질에 대하여 다음과 같은 세가지 형태의 육종가를 추정하여 비교 하고자 함
 - 1: 기존 표현형 및 혈통정보를 이용하여 추정한 ‘표현형’ 육종가
 - 2: 본 연구에서 발굴되어진 형질별 SNP 마커 효과의 값을 이용한 ‘마커’ 육종가
 - 3: 표현형 육종가에 마커 육종가를 조합한 ‘혼합형’ 육종가

(2) 표현형 육종가 추정

- 표현형 육종가를 추정하기 위해 다음과 같은 Animal Model을 적용하기 위하여 ASReml 프로그램을 (vs 2.0) 구동하였음

$$Y = \mu + \beta X + Zu + e$$

여기서 Y는 형질을 나타내는 벡터, μ 는 전체평균, X는 고정효과(생시년월,성별) 벡터 및 β 는 해당 계수를 나타내며, Z은 임의 개체 효과를 나타는 matrix이며, u는 각 개체의 육종가를 포함하는 벡터이며, e는 잔차를 나타내는 벡터임

(3) 마커 육종가 추정.

○ canine chip에 적용되어진 60두 개체들에 대하여

- 1) SAS GLM procedure를 이용하여 표현형에 영향을 미치는 고정효과(생시년월, 성별)들을 일반 선형모형을 적용하여 표현형을 보정하였고 얻어진 잔차들을 이용하여,
- 2) 각 SNP에 대하여 다음과 같은 SNP 상가적 효과를 보정한 단순회귀분석 모델을 적용하였음.

$$Y = \beta X + e,$$

여기서 X =1 for AA, X=0 for AB, X=-1 for BB SNP genotype이며 β 은 해당 표현형에 대하여 SNP의 상가적(additive) 효과를 나타냄.

- 3) stepwise-regression procedure를 적용하여 모델에 inclusion 과 exclusion thresholds를 0.01 유의수준으로 결정하여 best set of SNP marker를 결정하였음.
 - 4) 각 개체별로 마커 육종가는 다음과 같은 식에 의하여 (n개의 SNP들이 선별되어진 경우) 결정됨
- $$BV = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

(4) 혼합형 육종가 추정

○ 혼합형 육종가 = 표현형 육종가 + 마커 육종가

(5) 각 육종가 들간의 상관성 조사

○ 표현형-마커 육종가, 표현형-혼합육종가간의 상관성 여부를 조사하기 위하여 다음과 같은 상관계수 식을 이용하여 구하였음 (X, Y: 각 형태별 육종가, Cov:공변이 값, σ :표준편차)

$$P_{x,y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_x \times \sigma_y}$$

(6) 분석결과

○ canine chip genotyping에 적용되어진 60두의 개체들에 대하여 외형 형질에 대한 표현형 육종가, 마커 육종가 및 혼합형 육종가를 나타내는 값은 위 표에 도식되어 있으며, 외형, 질환 및 성품에 대한 육종가간의 상관계수 값은 아래 표에 도식되어 있음 (질환 및 성품에 대한 추정 육종가 값을 나타내는 표는 생략)

	체고	체장	체폭	체중	교합	랑조	영김	채혈	설반	결치	정서	주인친화력	타인경계심	적응성	공격성	활동성
상관1	0.52	0.59	0.55	0.44	0.47	0.63	0.34	0.57	0.38	0.26	0.06	0.14	NA	0.06	NA	0.03
상관2	0.70	0.76	0.69	0.66	0.66	0.81	0.53	0.68	0.64	0.41	0.14	0.24	1.00	0.11	1.00	0.12

○ 상관1은 표현형 육종가와 마커 육종가간의 상관계수이고, 상관2는 표현형 육종가와 표현형-마커 조합 육종가간의 상관계수를 나타냄 (NA: 유의적인 SNP set 없음을 표시)

○ 상관계수는 -1과 1사이 값을 가지며 1에 가까울수록 두 육종가간에 양의 상관이 강함을 의미하는데 일반적으로 외형 형질들에 대하여 표현형가와 마커 육종가 간에 상당한 상관관계가 보여짐 (0.4~0.6).

○ 특히, 랑조의 표현형가와 마커 육종가 간 상관계수가 0.63으로 매우 높게 나타났는데 이러한 결과는 해당 개체를 선정 이전에 조기에 선발 할 경우 마커효과를 근거로 평가해도 상당한 정확도를 가지고 선발 할 수 있음을 나타내며, MAS 선발의 효용성을 보이는 좋은 사례임

id	체고			체장			체폭			체중		
	표현형BV	마커BV	조합BV	표현형BV	마커BV	조합BV	표현형BV	마커BV	조합BV	표현형BV	마커BV	조합BV
C229	-0.53	-1.86	-2.39	-0.74	-2.08	-2.82	0.04	-3.83	-3.79	0.50	-2.13	-1.63
B94	-0.97	-1.05	-2.02	-0.48	3.66	3.18	-0.34	-1.18	-1.52	-0.35	1.07	0.72
B617	-0.81	2.48	1.67	-0.74	3.45	2.71	-0.30	-4.67	-4.97	0.16	0.01	0.17
C48	0.72	0.43	1.15	1.19	3.45	4.64	0.79	-3.56	-2.77	-0.02	-2.48	-2.50
2A368	1.34	4.15	5.49	2.01	5.74	7.75	0.80	-0.82	-0.02	-0.26	-1.56	-1.82
C482	0.23	0.42	0.65	0.47	5.74	6.21	0.68	0.66	1.34	-0.15	-2.48	-2.63
C76	0.60	0.42	1.02	0.23	-0.92	-0.69	-0.13	-3.96	-4.09	-0.33	-2.48	-2.81
B253	1.28	0.62	1.90	0.19	3.45	3.64	-0.36	-3.56	-3.92	0.56	-3.55	-2.99
B641	0.06	3.95	4.01	-0.05	1.37	1.32	-0.29	-1.47	-1.76	-0.71	-2.48	-3.19
2A277	0.19	-0.19	0.00	0.05	2.29	2.34	-0.78	-1.67	-2.45	0.33	-2.48	-2.15
B56	-0.47	-1.85	-2.32	0.07	1.16	1.23	-0.18	-3.40	-3.58	0.28	-2.48	-2.20
C523	0.87	5.61	6.48	0.75	5.53	6.28	-0.33	-0.09	-0.42	-0.30	-2.48	-2.78
2A86	-1.49	0.43	-1.06	-0.63	5.74	5.11	-0.01	-1.27	-1.28	-0.27	-2.63	-2.90
C134	0.33	-1.66	-1.33	1.34	5.74	7.08	0.40	-3.76	-3.36	0.30	-1.56	-1.26
B801	-0.03	3.94	3.91	-0.33	3.66	3.33	-0.66	-3.47	-4.13	0.02	-1.98	-1.96
B751	-0.94	-2.91	-3.85	-1.02	-2.08	-3.10	-0.51	-2.19	-2.70	-0.05	-3.55	-3.60
B71	-0.45	-2.91	-3.36	-1.54		-1.54	-0.54	-2.74	-3.28	-0.30	-1.56	-1.86
C559	1.27	3.95	5.22	0.22	5.74	5.96	0.88	1.27	2.15	0.71	0.93	1.64
B885	0.69	4.14	4.83	0.11	5.74	5.85	-0.15	-3.47	-3.62	0.50	-0.64	-0.14
C40	1.49	2.28	3.77	0.93		0.93	0.95	-0.45	0.50	0.70	-1.42	-0.72
B833	-2.21	-3.52	-5.73	-1.91	3.24	1.33	-0.30	-4.12	-4.42	-0.10	-2.48	-2.58
B887	0.69	0.62	1.31	-0.36		-0.36	-0.18	-4.12	-4.30	0.30	-0.50	-0.20
C160	-0.18		-0.18	-1.06	1.37	0.31	-0.05	-3.01	-3.06	0.41	-3.55	-3.14
B624	-1.00	2.29	1.29	0.26	1.37	1.63	-0.34	-5.23	-5.57	-0.33	-1.56	-1.89
C12	0.27	-3.52	-3.25	0.30	-0.92	-0.62	-0.19	-4.12	-4.31	-0.13	-2.48	-2.61
983	0.11	-1.85	-1.74	0.57	3.66	4.23	0.24	-2.02	-1.78	-0.26	-2.48	-2.74
C132	-0.20	-1.66	-1.86	1.24	7.82	9.06	-0.17	-4.58	-4.75	-0.08	-2.63	-2.71
B263	-2.65	-1.24	-3.89	-2.45	-2.08	-4.53	-0.80	-2.58	-3.38	-1.18	-3.55	-4.73
C195	0.03	0.43	0.46	-0.12	-3.45	-3.57	0.30	-0.16	0.14	0.04	-1.57	-1.53
B707	-1.76	-2.08	-3.84	-1.50	0.21	-1.29	-0.41	-2.09	-2.50	0.77	1.07	1.84
1A935	0.65	3.95	4.60	0.82	3.45	4.27	0.51	1.18	1.69	0.51	-0.36	0.15
C460	-0.69	2.29	1.60	-0.94	3.45	2.51	0.31		0.31	-0.13	-1.57	-1.70
C176	0.39	0.62	1.01	1.23	5.53	6.76	0.22	1.11	1.33	-0.27	-2.48	-2.75
B818	-0.56	-1.66	-2.22	-1.15	3.45	2.30	0.05	2.49	2.54	-0.19		-0.19
C361	1.04	3.53	4.57	2.28	7.82	10.10	0.84	-0.56	0.28	0.08	-2.63	-2.55
B753	-0.58	2.48	1.90	-1.81	2.29	0.48	-0.81	-2.65	-3.46	-0.07	-3.55	-3.62
C350	-1.37	-1.24	-2.61	-0.90	1.37	0.47	-1.40	-4.94	-6.34	-1.20	-3.55	-4.75
A82	1.64		1.64	2.02	5.53	7.55	0.76	-3.56	-2.80	1.44	-2.48	-1.04
C244	0.58	-1.66	-1.08	0.82	2.29	3.11	0.04	-1.47	-1.43	-0.28	-2.48	-2.76
B904	0.14	2.28	2.42	0.78	5.74	6.52	0.31	-0.16	0.15	-0.23	0.15	-0.08
C461	-0.38	2.29	1.91	-0.05	-2.08	-2.13	-0.20	-4.58	-4.78	-1.28	-4.62	-5.90
2A27	0.75	1.87	2.62	1.11	3.45	4.56	0.27	-3.03	-2.76	0.41	-0.50	-0.09
B553	-0.46	2.29	1.83	0.00	3.45	3.45	0.23	-2.29	-2.06	0.05	-1.42	-1.37
B48	0.49	5.61	6.10	0.11	5.74	5.85	-0.28	-1.27	-1.55	0.29	-2.48	-2.19
C442	-0.21	0.43	0.22	-0.18	3.45	3.27	-0.13	-1.76	-1.89	-0.16	-0.91	-1.07
C390	-0.35	-2.91	-3.26	0.24	-0.92	-0.68	0.20	-2.58	-2.38	-0.04	-1.43	-1.47
C481	0.50	2.29	2.79	0.74	5.74	6.48	0.68	-0.45	0.23	-0.24	-1.57	-1.81
B800	-0.51	0.42	-0.09	-0.76		-0.76	-0.77	-6.05	-6.82	0.15	-1.98	-1.83
B822	0.07	3.95	4.02	-0.44	3.45	3.01	-0.29	-4.58	-4.87	-0.27	-1.57	-1.84
C161	0.75	0.01	0.76	0.15	3.45	3.60	0.05	-2.65	-2.60	0.07	-3.55	-3.48
C133	0.20	-3.52	-3.32	1.18	3.45	4.63	-0.17	-4.94	-5.11	0.01	-3.55	-3.54
B847	0.95	2.29	3.24	-0.44	3.45	3.01	0.07	-2.85	-2.78	0.36	-2.63	-2.27
C23	-0.35	-3.52	-3.87	-0.28	-4.37	-4.65	-0.48	-4.67	-5.15	-1.41	-4.62	-6.03
1A232	1.31	5.81	7.12	2.85	7.82	10.67	1.02	3.40	4.42	-0.35	-0.50	-0.85
2A515	0.76	4.15	4.91	1.68	7.82	9.50	0.29	-0.16	0.13	0.69	0.93	1.62
1A723	1.86	3.95	5.81	1.18	7.82	9.00	0.61	-3.30	-2.69	0.05	-1.42	-1.37
C413	0.50	2.09	2.59	0.47	5.53	6.00	-0.75	-4.94	-5.69	-0.70	-2.48	-3.18
2A371	0.52	4.15	4.67	1.69	5.74	7.43	0.42	-2.38	-1.96	-0.71	-3.55	-4.26
B620	1.26	2.09	3.35	1.96	5.74	7.70	0.90	-1.27	-0.37	-0.20	-3.55	-3.75
C149	0.28	-1.05	-0.77	-0.02	3.45	3.43	0.27	-1.38	-1.11	0.27	-3.55	-3.28

- 반면에 성품에 관련한 형질(정서, 주인친화력, 타인경계심, 적응성, 공격성, 활동성)의 경우 표현형가와 마커 육종가 간의 상관성이 매우 낮게 나타났는데, 이러한 결과는 마커에 의하여 성품에 관한 형질을 조기 선발시에 선발의 정확도가 높지 않다라는 것을 의미하며, 따라서 추가적인 성품관련 마커의 발굴의 필요성이 대두 됨.
- 모든 형질에서 표현형 육종가와 표현형-마커 조합 육종가간의 상관계수는 표현형 육종가와 마커 육종가간의 상관계수값보다 높게 나타났음. 이러한 결과는 해당 형질에 대하여 마커 효과가 상당부분을 설명하지 못하고 부분적으로 설명되기 때문에, 추가적인 마커들이 발굴되기 이전에는 표현형을 보완한 마커효과를 첨가하여 개체들을 선발하는 것이 적절한 표현형 조합 MAS 방법이라고 판단됨.

5. 삼살개 집단의 개체, 혈연, DNA 마커 정보 관리를 위한 DB 구축

- 목적: 삼살개 개체들 자료의 효율적 관리 및 활용의 필요성
- 온라인 및 홍보페이지 구축 및 운영
 - <http://sapsaree.biplus.co.kr>
 - <http://eng.sapsaree.org>
 - <http://www.sarbipark.com>
 - <http://www.habntodac.com>

sapsaree - [견정보]

초기화

조회 추가 삭제 저장 엑셀 닫기

견번호 견명 견주 견상태

견번호	견명	견주	견상태
000983	청룡	권순호	생존견
000938	청룡	미상	사망견
0A0817	청룡	미상	생존견
0A0903	청룡	미상	생존견
0B0207	청룡	미상	생존견
0B0652	청룡	유한규	생존견
1A0100	청룡(양수)	유봉렬	생존견
1A0043	청룡(사망)	미상	사망견
2A0223	청룡	박규창	생존견
3A0010	청룡	채전석	생존견
5A0074	청룡	미상	
6A0112	청룡	심현보1	
2A0862	청룡(靑龍)	1원제영_이정	생존견
0C0769	청룡(반납)	브에영농법인	사망견
6A0932	청룡	미상	생존견

총 150마리 (page:1/1)

견정보

견종: 삼삼개 등록일자: 2011-06-20

견번호: 000983 견명: 청룡

부견번호: 000724 모견번호: 000762

모색: B 성별: M(Male)

생년월일: 1997-11-30 사망월일: -

상태: 생존견 출생지역: (재)한국삼삼개 매견지역: 2A 대구/경북

이표/제혈비: 2011-06-01 5,000만원 이표일자: 2011-06-01

백신비: 2011-06-01 3,890,000

체고: 100cm 체중: 23kg 체장: 12cm 흉심: 29cm

모색: Black & Tan 모질: Wavy, 반곡모 모장: Medium

꼬리: C 교합: Normal, 정상 교조: 1,1

설반: 없음 귀: P 결치: 없음

안색: Brown 안모: Medium 교합: 2개

영감상태: Normal 안영감: B 배색: B

정서: 매우안정 주연친근성: 친근 다인경계심: 없음

적응성: 높음 체열시반응: 순중 다인공격성: 없음

활동성: 활동적 습득력: A 호기심: A

경계심: A 소유욕: A 운동력: A

Welcome to sapsaree Foundation, - Windows Internet Explorer

http://eng.sapsaree.org/open_content/index.php


The Korean Sapsaree Foundation

Korean Sapsaree Foundation Sapsaree Information Korean Sapsaree Adoption Community Sapsaree Archives

Sapsaree : A Rare Bred, Mystical Dog from Korea

Uniqueness in Appearance : Cute, Shaggy, and Magnificent

The Sapsaree is a native Korean dog. Slightly smaller and lighter than the average Golden Retriever, a typical Sapsaree stands 46-56cm tall (17-22 in.) and weighs 16 to 28kgs (35-61 lbs). The breed is distinguishable by its luxurious coat of long, soft, shaggy hair.



News Release

News

- Beloved dog breed saved by South Korean scientist
- Professor Ha Ji-Hong discusses about Sapsaree dogs of Korea.
- Dog's Best Friend Saves Adorable Breed From Extinction
- 2010 Sapsaree English Pamphlet

New feature & Issue

- IAAF World Cha...
- 2009 on Capito...
- 2009 in the Po...
- Sapsaree Blue ...

The Korean Sapsaree Foundation

*The Korean Sapsaree Foundation
School of biological engineering 203, Kyungpook National University 702-701, Sangyeok 3-dong, Buk-gu, Daegu, Korea.
TEL:053-953-0370. FAX:053-953-0613. E-mail:sapsaree@sapsaree.org

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연차별 연구개발의 목표 및 연구개발 수행내용

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2009)	(제 1세부) 삼살개 계통 조성, 육종평가 및 산업시스템 구축	용도별(반려견, 치료견) 시조 그룹 선발	100	○ 시조 그룹 선발 (수10두, 암40두) - 계통별 외형·성품 육종 목표 설정 - 개체별 형질 및 근친도 측정 - 개체 혈액채취 및 DNA 추출 - 유전 질환 조사
		용도별 육종 프로그램 수행	100	○ 계통별 선발 및 교배 수행 - 유전모수 및 육종가 이용 - 근친도·유전 질환 조사 - 계통 적합 교배 방법 적용 - 인공수정 위한 정액특성 분석 ○ 개체별 자료 전산 정리
	(제 1협동) 통계유전학을 이용 한 육종 모델 개발	용도별 계통조성에 적합한 육종 계획 수립 및 적용	100	○ 형질들에 대한 유전 모수 (유전력, 표현형·유전·환경 상관) 및 육종가 추정 ○ 육종 목표에 적합한 육종 방법 수립 및 모의실험을 통한 최적 육종 방법 결정
		형질 연관 QTL 탐색 및 후보유전자 SNP와 형질간 연관성 분석	100	○ Interval mapping 방법을 적용하여 연관 지도 및 마커를 이용한 형질과 연관 있는 염색체 부위 QTL 탐색 ○ 탐색된 QTL 지역에서 발굴한 후보유전자 SNP와 형질간의 연관성 분석
	(제 2협동) 주요 형질 및 유전 질환 관련 DNA마 커 발굴	유전 질환 및 형질 관련 기능성 후보유전자 발굴 및 집단내 DNA 변이 탐색	100	○ 주요 유전 질환 및 형질 관련 염색체 좌위에서 발굴된 기능성 후보 유전자 변이를 탐색 및 삼살개 집단내에서 유전자형 분석 ○ 성장, 체형 또는 품성 관련 기능성 후보 유전자 발굴을 위한 유전자 염기서열 분석
(참여기업) 삼살개의 세계적 산업화	삼살개 홍보페이지 제작 및 운영 삼살개 동물사랑학교 개설	100	○ 치료견, 반려견으로 개발 되는 삼살개를 활용한 동물사랑학교의 개설 및 운영 기반조성, 홍보 ○ 온라인 삼살개 홍보페이지 제작 및 운영으로 홍보기반 구축	

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 년도 (2010)	(제 1세부) 삼살개 계통 조성, 육종평가 및 산업시스템 구축	계통별 선발 및 교배 수행	100	2세대 선발과 관련하여, -고전육종방법으로 추정된 유전모수· 육종가 이용 -근친도·유전 질환 조사 및 선발 반응 평가 -개체별 형질 및 근친도 측정 -계통 적합 교배 방법 적용 -교배적기선별 및 인공수정 적용 -개체별 자료 전산 정리 (1세대 2세대)
		DNA 마커 효과를 조합한 MAS 수행	100	-유전 질환 관련 마커 효과 평가 -외형·성품 관련 마커 효과 평가 -MAS의 개량효과를 고전육종방법 결 과와 비교 분석
	(제 1협동) 통계유전학을 이용한 육종 모델 개발	용도별 계통조성에 적합한 육종 계획 수립 및 적용	100	-근친도, 육종가, 교배방법, 선발강도에 근거한 모의실험을 통하여 2세대 육 종목표에 적합한 선발 및 교배 방법 수립 -1, 2 세대간 선발 반응 효과 평가 -2, 3 세대간 선발 반응 기대효과 평가
		형질 연관 QTL 탐색 및 후보유전자 SNP와 형질간 연관성 분석	100	-canine 대용량 SNP chip을 이용한 외 형, 성품, 주요질환 관련 SNP 발굴
		발굴된 DNA 마커 효과를 보정한 육종가 (MAS)추정 방법 개발 및 적용	100	-외형 형질에 대하여 DNA 마커를 보정 한 육종가 추정 방법 개발 및 적용 -세대당 DNA 마커효과에 대한 선발 반응 평가
	(제 2협동) 주요 형질 및 유전 질환 관련 DNA 마커 발굴	유전 질환 및 형질 관련 기능성 후보유전자 발굴 및 집단 내 DNA 변이 탐색	100	-주요 유전 질환 관련 염색체 좌위에서 발굴된 기능성 후보 유전자 변이를 탐색 및 삼살개 집단내에서 유전자형 분석 -성장, 체형 또는 품성 관련 기능성 후 보 유전자 발굴을 위한 유전자 염기 서열 분석
	(참여기업) 삼살개의 세계적 산업화	삼살개 치료견 동물사랑학교 온라인 운영	100	-치료견, 반려견을 활용한 교육, 치료프 로그램의 진행 - 삼살개 동물사랑학교 체험교실 상설 운영

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차 년도 (2011)	(제 1세부) 삼살개 계통 조성, 육종평가 및 산업시스템 구축	계통별 선발 및 교배 수행	100	2세대 선발과 관련하여, -고전육종방법으로 추정된 유전모수· 육종가 이용 -근친도·유전 질환 조사 및 선발 반응 평가 -개체별 형질 및 근친도 측정 -계통 적합 교배 방법 적용 -교배적기선별 및 인공수정 적용 -개체별 자료 전산 정리 (1세대 2세대)
		DNA 마커 효과를 조합한 MAS 수행	100	-유전 질환 관련 마커 효과 평가 -외형·성품 관련 마커 효과 평가 -MAS의 개량효과를 고전육종방법 결 과와 비교 분석
		계통 조성 정립 위한 DB 구축	100	○ 개체별 자료 전산 정리 ○ 마커, 육종가, 마커 보정 육종가 DB 구축 ○ 계통별 선발·교배 방법 지침 정립
	(제 1협동) 통계유전학을 이용한 육종 모델 개발	용도별 계통조성에 적합한 육종 계획 수립 및 적용	100	-근친도, 육종가, 교배방법, 선발강도에 근거한 모의실험을 통하여 2세대 육 종목표에 적합한 선발 및 교배 방법 수립 -1, 2 세대간 선발 반응 효과 평가 -2, 3 세대간 선발 반응 기대효과 평가
		형질 연관 QTL 탐색 및 후보유전자 SNP와 형질간 연관성 분석	100	-canine 대용량 SNP chip을 이용한 외 형 및 성품 관련 SNP 발굴
		발굴된 DNA 마커 효과를 보정한 육종가 (MAS)추정 방법 개발 및 적용	100	-외형 형질에 대하여 DNA 마커를 보정 한 육종가 추정 방법 개발 및 적용 -세대당 DNA 마커효과에 대한 선발 반응 평가
	(제 2협동) 주요 형질 및 유전 질환 관련 DNA 마커 발굴	유전 질환 및 형질 관련 기능성 후보유전자 발굴 및 집단 내 DNA 변이 탐색	50	-canine 대용량 SNP chip을 이용한 외 형 및 성품 관련 SNP 발굴 -성장, 체형 또는 품성 관련 기능성 후 보 유전자 발굴을 위한 유전자 염기 서열 분석
	(참여기업) 삼살개의 세계적 산업화	삼살개 치료견 동물사랑학교 온라인 운영	100	-치료견, 반려견을 활용한 교육, 치료프 로그램의 진행 - 삼살개 동물사랑학교 체험교실 상설 운영

제 2 절 연구분야 기술발전의 기여도

연구분야 및 성과	기술 발전분야	기여도
삼살개 반려견·치료견 계통 조성기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 정립된 반려견·치료견의 외형·품성을 지닌 삼살개 계통 구축으로 세계 애견 시장 진출 토대 마련 - 토종 유전 자원의 산업화로 인한 토종 유전 자원 중요성 부각 및 pet 산업의 부가가치 창출 	25%
삼살개 반려견·치료견 육종프로그램 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 한국 통종개들의 세계 산업화를 위한 육종 프로그램의 모델로 활용 - 외형·품성이 정립되어 있는 얇은 다른 토종 개 육종 프로그램 수립에 모델로 이용 	25%
삼살개 외형, 성품 및 질환 관련 DNA 마커 발굴	<ul style="list-style-type: none"> - 발굴된 DNA 마커를 육종프로그램에 활용하여 육종의 효율성, 정확도를 제고 - 삼살개 품종 특이 SNP 마커를 발굴하여 다른 토종개들의 형질 및 유전 질환 관련 유전 자원 제공 - 발굴된 형질 관련 DNA 마커에 대한 특허 및 상품화로 인한 산업재산권에 대한 선점 확보 	25%
DNA 마커를 조합한 분자유종선발 (MAS) 기술 개발 및 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 고전 육종방법, 즉 표현형과 혈통정보를 활용하는 것보다 마커도움선발을 활용하여 선발 및 교배의 효율성, 정확도 제고 - 단일 유전자에 의한 유전 질환의 경우, 선발 조기에 질환 관련 마커를 적용시 시험 집단 유지 비용 절감 효과 및 높은 개량 효과 기대 	25%

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발 성과

1. 연구개발 결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

가. 연구성과 목표

(단위 : 건수)

구분	특허		신품종				유전자원 등록	논문		기타
	출원	등록	품종명칭 등록	품종생산 수입 신고	품종보호			SCI	비SCI	
					출원	등록				
1차년도 (2009)	목표							0	1	
	달성							2	0	
2차년도 (2010)	목표							1	2	
	달성							0	1	
3차년도 (2011)	목표	1	1					2	2	
	달성	1	0					1	0	
계	목표	1	1					3	5	
	달성	1	0					3	1	

계재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2009	Parthenogenetic induction of canine oocytes by electrical stimulation and Ca-EDTA	이상렬	류재용	하지홍	Reproduction in domestic animals	Vol.44(5), 740-744	국외	SCI
2009	Conservation of the Sapsaree (<i>Canis familiaris</i>), a Korean Natural Monument, using Somatic Cell Nuclear Transfer	김민규 이병천	이병천	하지홍	J. Vet. Med. Sci.	Vol.71(9), 1217-1220	국외 (일본)	SCI
2010	A study on morpholgy and behavior of the Sapsaree: a Korean native dog (<i>Canis familiaris</i>)	한국일 마부아람	김중주	이윤미 이동훈 하지홍	J. Anim. Sci. & Tech.	Vol.52(6), 481-490	국내	비SCI (학진등 제지)



Asian-Australasian Journal of Animal Sciences
an official Journal of Asian-Australasian Association of Animal Production Societies (AAAP)
Room 708 Sammo Sporex, 1638-32 Seowon-dong, Gwanak-gu, Seoul 151-730, Korea
Tel : 82-2-888-6558, Fax : 82-2-888-6559, E-mail : jongkha@hotmail.com

Dr. Jong-Joo Kim
School of Biotechnology
Yeungnam University
Gyeongsan, Gyeongbuk, Korea
E-mail: kinjj@ynu.ac.kr

Re: LETTER OF ACCEPTANCE

January 30, 2012

Dear Dr. Kim :

This will officially confirm that the manuscript, **ED12048 “Estimation of effective population size in the Sapsaree: a Korean Native Dog (*Canis familiaris*)”** submitted by M. Alam, K. I. Han, D. H. Lee, J. H. Ha and J. J. Kim has been accepted by the editorial board of AJAS for publication.

The actual date of publication, however, has not been determined, but we will do our best to publish the manuscript as soon as possible.

Sincerely yours,

A handwritten signature in cursive script that reads 'Jong K. Ha'.

Prof. Jong K. Ha

Editor-in-Chief

관인생략
출원번호통지서

출원일자 2011.12.29
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(NPF20836)
출원번호 10-2011-0145798 (접수번호 1-1-2011-1049363-35)
출원인명칭 대한민국(농촌진흥청장)(2-1998-005031-4) 외 1명
대리인성명 특허법인이지(9-2008-100041-4)
발명자성명 최봉환 김태현 이승환 박미림 하지홍 한국일 이동훈
발명의명칭 개의 모질에 대한 유전자 마커 및 그 진단방법



9200810004141011101000032800000000

특허출원서

【참조번호】 NPF20836

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 대한민국(농촌진흥청장)

【출원인코드】 2-1998-005031-4

【출원인】

【명칭】 재단법인 한국삼살개재단

【출원인코드】 1-2011-060716-2

【대리인】

【명칭】 특허법인이지

【대리인코드】 9-2008-100041-4

【지정된 변리사】 이경란

【포괄위임등록번호】 2009-037718-5

【포괄위임등록번호】 2011-102455-3

【발명의 국문명칭】 개의 모질에 대한 유전자 마커 및 그 진단방법

【발명의 영문명칭】 Markers for Dog hair and diagnosing method using the
same

나. 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분	기술(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타(사업화, 인력활용)
활용건수	목표	1	3	3	3	3
'09~11년	달성	0	3	2	19	2

(1) 상품화

<p>1. 변봉투 (농림부 연구비로 제작)</p> 	<p>2. 애견탈취제 향기발랄</p> 
---	---

<p>3. 삽살개 비누 제작</p> 	<p>삽살개 캐릭터</p> 
--	--

<p>4. 삽살개 캐릭터 상품</p>		<p>상품 시안</p>			
<p>문구류</p>					<p>상품 시안</p>
<p>기타</p>					
		<p>앞치마</p>		<p>가방</p>	
					

삼살개의 미국진출을 위한 LA한인축재단과 업무제휴에 관한 협약

(재)한국삼살개재단과 (주)하브랜드
LA 한인축재단 간의
업무제휴에 관한 협약서

LA 한인축재단과 (재)한국삼살개재단 (주)하브랜드는(이하 '각 기관'이라 한다.) 미국 내 삼살개 커뮤니티 형성과 삼살개 분양을 통한 네트워크 형성, 삼살개를 활용한 교육,복지,문화,관광,컨텐츠 사업의 조성 및 확대를 위하여 아래와 같은 업무에 관한 협약을 체결한다.

제 1 조(목적)

(주)하브랜드, (재)한국삼살개재단과 LA 한인축재단은 상호 유기적인 협업체제 구축을 통한 상호증진과 공동번영을 목적으로 한다.

제 2 조(협력범위 및 역할)

각 기관은 아래사업을 추진하기 위해 상호 긴밀히 협조 지원한다.

- 가. 한국과 미국 삼살개 입양인(동호인)의 상호교류와 발전지원
- 나. 재외동포 삼살개 분양, 입양사업의 상호협력 및 관리체계 확립
- 다. 삼살개를 활용한 민관협력 투자유치 사업개발 및 상호협력
- 라. 기타 각 기관이 필요하다고 서면으로 별도협의되는 사업분야

제 3 조(자원 및 정보 교류)

각 기관은 본 협약의 목적에 필요한 인적, 물적 자원 및 정보를 상호 협의하여 활용한다.

제 4 조(비밀유지)

각 기관은 상호교류를 통해 알게 된 상대 기관의 비밀사항을 제 3 자에게 제공하거나 공개할 수 없다.

5 조(효력발생)

본 협약은 각 기관의 대표자가 서명한 날로부터 효력이 발생되며, 유효기간은 3 년으로 한다. 단 본 협정 시행 만료일까지 어느 일방으로 부터 협정기간에 대한 통보가 없는 한 자동으로 그 효력은 연장되는 것으로 한다.

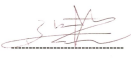
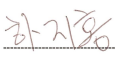

6 조(기타)

본 협약서에 기재되지 않은 사안과 공동 협력사업의 수행에 필요한 세부 사항은 상호 협의하여 결정한다.

7 조(보관)

본 협약서는 3 부를 작성하여 각각 1 부씩 보관한다.

2011 년 9 월 25 일

LA 한인 축재단	(재)한국삼살개재단	(주)하브랜드
회장 배 무 한	이사장 하 지 훈	대표 이 동 준
		

(2) 정책자료

경산시 용역 삼살개 육종연구소 설립 정책자료 (2009, 2010)



삽살개 육종연구소 공사현장(1차 공사 70%)



(3) 교육지도

- 대경대학교: 5명/ 애견훈련 교육 후 수료증 발급
- 동물사랑학교 직무 관련 교육 시행 : 한국여가연구소
- 동물매개치료사 과정 (자격증 발급)
 - 1월6일, 1월7일, 1월8일, 1월13일, 1월14일, 1월15일
 - 1월20일, 1월21일, 1월22일, 1월27일, 1월28일, 1월29일
- 공인3등 애견훈련사 과정 (자격증 발급)
 - : 2010년 6월 21- 7월 24일
- 애견워크샵 (애견사양관리반/애견훈련반/쇼헨들링반)
 - : 2010년 2월 28일 경북 성주 한개마을
- 애견워크샵 (동물매개활동과 치료 / 애견훈련과정)
 - : 2010년 10월 2일 - 10월 3일 경기도 안성 “제 7회 삽살개 캠프”
- 삽살개재단 애견아카데미 (자격증 발급)
 - : 2010년12월18일~2011년 2월 12일 (8주) 경북대학교 세미나실 및 운동장 일대
- 이웅종교수와 함께하는 반려견 예절교실
 - : 2011년 9월 17일, 2011년 12월 3일 (2회) 반월당 메트로 프라자 내 하브앤토닥토닥

(4) 언론홍보

날짜	출처	비고 (간단한 내용 or 기사제목)
2009-02-21	뉴시스	제가바로천연기념물삽살개예요
2009-02-26	문화저널21	문화재청, 09년지자체 문화재 우수사업 8건 선정
2009-03-30	경북일보	경산, 대구경북국제관광박람회 참가
2009-04-07	데일리란	경산홍보,213개기관중예1등
2009-04-08	경북일보	경산시,최우수홍보상
2009-04-14	연합뉴스	농진청, 동물과 함께하는 놀이마당개최
2009-04-15	경북일보	경산시,행정산업정보박람회참가

2009-04-17	매일신문	2009 행정,산업정보박람회' 첫날 3천여명 몰려
2009-05-14	경북일보	경산, 체전기간 관광안내소 운영
2009-05-14	KBS2TV 무한지대	억소리나는 대박동물 (쇠돌이소개)
2009-06-04	경북일보	서울 코엑스서 '관광경산' 알린다
2009-06-09	매일신문	경산시 국제 관광전 최우수 홍보상
2009-06-10	경북일보	경산, 국제관광전 최우수홍보상 수상
2009-07-11	뉴스스	경산시, 삽살개활용 문화체험 학교 운영
2009-07-13	경북일보	경산 '삽살개와 함께하는 동물사랑학교' 운영
2009-07-30	경북일보	울진농업엑스포서 '경산' 홍보
2009-08-11	조선일보	"삽살개가 좋아..."보존위해몽친사람들
2009-08-27	YTN	삽살개를 문화컨텐츠로 활용한다!!
2009-08-28	동아일보	김종민 전 문화부 장관 '삽살개 세계화' 홍보대사 위촉
2009-08-28	YTN	삽살개를 문화 컨텐츠로 활용한다!!
2009-08-29	조선일보	"대구경북은 견연(犬聯)으로 맺은 인연"
2009-08-31	조선일보	한개마을에 삽살개 떴다
2009-09-04	뉴스스	"삽살개 보러오세요", 경산시 삽살개 캠프 열려
2009-09-07	경북일보	경산 계정숲 '삽살개 캠프'
2009-09-07	조선일보	전국 삽살개들 경산에 모인다
2009-09-08	연합뉴스	경산 계정숲서 천연기념물 '삽살개' 캠프
2009-09-08	쿠기뉴스	천연기념물 삽살개 캠프 열린다
2009-09-18	KBS2TV 행복발견 오늘	잊혀진 것들이 돌아온다!(가제)
2009-09-19	매일신문	부산국제관광전, 경산시"삽살개 공연' 최우수상
2009-09-21	경북일보	특색있는 삽살개 공연 큰 호평
2009-10-05	경향뉴스	사람과의 교감 뛰어난 명견, 연 80회 출장공연'스타대접'
2009-10-05	연합뉴스	서울고속터미널서 경산 관광홍보
2009-10-08	경북일보	서울서 경산 홍보 '성료'
2009-12-30	연합뉴스	농진청 "반려동물 연구 본격화" (삽살개연구)
2010-01-06	경북일보	인재양성 일등도시' 건설할 것 (경산의 삽살개테마공원 조성)
2010-01-16	도그뉴스	하브물, 국산 천연 애견 탈취제 '항기발랄' 시판 (삽살개애견 쇼핑물)
2010-03-12	데일리안	밤하늘, 밤바다를 따라 걷는 여행
2010-03-16	뉴스스	삽살개 활용 문화체험 프로그램 등 선정 지원
2010-03-16	뉴스웨이브	문화재 생생사업으로 지역문화재 활용 활성화 기여
2010-03-16	파이낸셜뉴스	문화재 생생사업 20건 선정
2010-03-30	뉴스스	경산시 추경 214억원 증액...경제 활성화에 중점
2010-03-31	경북일보	5천183억원 경산, 추경예산 편성
2010-04-01	경북일보	팔공산, 갯바위의 고장 "경산으로 오세요"
2010-04-14	한국일보	대구육상마스코트에 삽살개 선정 外
2010-04-14	연합뉴스	대구세계육상대회 마스코트 발표
2010-04-14	한겨레	삽살개 '사비' 대구육상대회 마스코트
2010-04-14	뉴스스	대구세계육상대회 마스코트에 '삽살개' 선정
2010-04-14	민중의소리	대구 세계육상선수권대회 마스코트, 삽살개 선정 돼

2010-04-14	연합뉴스	대구세계육상대회 마스코트 삽살개 발표
2010-04-14	국민일보	대구 세계육상선수권, 삽살개 '사비' 함께 뒀다
2010-04-14	스포츠월드	2011 대구 세계육상선수권대회 마스코트 발표
2010-04-14	세계일보	2011 대구 세계육상선수권대회 마스코트 발표
2010-04-14	연합뉴스	대구세계육상대회 마스코트 이름 공모
2010-04-14	스포츠칸	2011 대구육상 마스코트 공개
2010-04-14	일간스포츠	대구세계육상선수권 마스코트 공개
2010-04-14	경향신문	대구육상대회 마스코트 선정
2010-04-14	노컷뉴스	2011대구세계육상대회'마스코트 명칭 공모
2010-04-14	천지일보	2011대구세계육상대회 마스코트 명칭 공모
2010-04-14	연합뉴스	2011 세계육상 마스코트
2010-04-14	노컷뉴스	2011대구세계육상대회' 마스코트, 포스터 공개
2010-04-14	파이낸셜뉴스	2011대구세계육상선수권대회, 붉 조성
2010-04-15	연합뉴스	대구세계육상대회 마스코트 삽살개 발표
2010-04-15	천지일보	대구세계육상대회 마스코트는 '삽살개'
2010-04-15	중앙일보	대구세계육상 마스코트는 삽살개 '사비'
2010-04-15	문화일보	대구세계육상 마스코트 천연기념물 삽살개 선정
2010-04-15	매일신문	2011 대구세계육상 D-500일 ... 마스코트는'삽살개'
2010-04-15	데일리안	2011 세계육상대회, 마스코트 '삽살개' 뒀다
2010-04-15	YTN	2011 대구세계육상 마스코트는 '삽살개'
2010-04-15	동아일보	2011대구세계육상대회 마스코트는 삽살개
2010-04-15	경북일보	대구세계육상선수권대회 마스코트 공개
2010-04-15	서울경제	대구세계육상대회 마스코트 이름 공모
2010-04-15	매일신문	2011 대구세계육상대회 마스코트 '사비' 공개
2010-04-15	매일신문	"명명~, 제 이름을 지어주세요" 2011마스코트 명칭 공모
2010-04-15	연합뉴스	대구세계육상대회 마스코트 삽살개 발표
2010-04-15	YTN	2011 대구세계육상 마스코트는 '삽살개'
2010-04-15	프리챌 Q	2011대구세계육상 마스코트는 '삽살개'
2010-04-18	뉴스타운	2011 대구세계육상선수권대회 마스코트 네이밍 공모
2010-04-30	매일신문	"어린왕자 별을 찾아 떠날까"... 삼덕동 인형마임 축제 (삽살개 체험행사)
2010-05-10	파이낸셜뉴스	2011대구세계육상선수권대회, 국민 관심 높다
2010-05-11	경북일보	대구세계육상 마스코트 명칭 공모전 뜨거운 관심
2010-06-08	브레이크뉴스	국제관광전 "경산 부스 최고 인기" (삽살개 공연 및 체험행사)
2010-06-09	경북일보	경산, 국제 관광전 최우수 부스상
2010-06-17	뉴시스	삽살개가신기한어린이들
2010-06-17	뉴시스	삽살개 쓰다듬는 어린이들
2010-06-17	뉴시스	삽살개 귀여워요'
2010-06-17	MBN	생명산업대전 개최..."생명자원이 농업의 미래"
2010-06-17	연합뉴스	생명산업 D.N.A# (삽살개 참가)
2010-06-19	YTN	금보다 비싼 씨앗'... 생명산업이 뜬다! (삽살개)
2010-07-07	부산일보	대학생 국토대장정, 그 끝에는 눈물이 (삽살개 참가)

2010-07-20	연합뉴스	2011대구세계육상선수권 마스코트 이름은 '살비'
2010-07-20	YTN	2011 대구세계육상 마스코트 이름은 '살비'
2010-07-20	천지일보	2011 대구세계육상선수권대회 마스코트 '살비'
2010-07-20	데일리안	2011 대구세계육상, 마스코트 이름 '살비'
2010-07-20	엑스포뉴스	2011 대구세계육상선수권대회 마스코트명칭 '살비(sarbi)' 선정
2010-07-20	MBN	2011 대구세계육상 마스코트 '살비'
2010-07-20	노컷뉴스	2011대구세계육상 마스코트, '살비(sarbi)' 선정
2010-07-20	한국일보	세계육상선수권 마스코트 "살비로 불러 주세요"
2010-07-20	뉴시스	2011대회 마스코트 이름 살비(sarbi)로 확정
2010-07-20	연합뉴스	2011 대구세계육상 마스코트 '살비'
2010-07-20	YTN	2011 대구세계육상 마스코트 이름은 '살비'
2010-07-21	매일신문	내 이름은 '살비'...2011 마스코트 명칭 최종결정
2010-07-21	경북일보	내년 대구세계육상 마스코트는 '살비'
2010-07-21	서울경제	대구세계육상선수권대회 마스코트 '살비'
2010-07-21	장애인신문	2011 대구세계육상, 마스코트 이름 '살비'
2010-07-21	파이낸셜뉴스	2011 육상선수권 마스코트, 살비(sarbi) 선정
2010-07-21	뉴스타운	대구2011대회 마스코트 이름 '살비(sarbi)'로 선정
2010-07-21	코카뉴스	마스코트 ' 살비(sarbi)'로 선정
2010-07-21	조선일보	육상대회 마스코트는 '살비'
2010-07-21	서울신문	대구세계육상 마스코트 이름 '살비'
2010-07-21	아주경제	2011 대구세계육상선수권대회 마스코트 '살비(sarbi)'확정
2010-07-21	YTN사이언스	중의 기원(삽살개)
2010-07-26	뉴시스	중구청 세계육상대회 마스코트 '래핑 홍보'
2010-08-04	메디컬투데이	농진청,반려동물건강및보존연구착수
2010-08-26	YTN	삽살개 주제로 한 지역산업 발전, 모색
2010-08-26	연합뉴스	화성산업-삽살개재단, 관광산업 활성화협약
2010-08-26	뉴시스	화성산업, 삽살개 등 토속반려동물 이용한 관광산업 육성
2010-08-26	연합뉴스	화성산업-삽살개재단 관광산업 발전협약
2010-08-26	매일신문	(재)한국삽살개재단,화성산업 토속반려동물 공원건립협약
2010-08-26	YTN	삽살개 주제로 한 지역산업 발전 모색
2010-08-27	아주경제	화성산업, 삽살개를 통한 지역 관광산업 발전 모색
2010-08-27	파이낸셜뉴스	화성산업, 한국삽살개재단, 협약 체결
2010-08-27	조선일보	삽살개의 산업화에 뜻 모았다
2010-08-27	경북일보	세계가 온다 대구가 뜬다(세계육상선수권대회 마스코트 삽살개 소개)
2010-09-13	경북일보	경산시, 부산국제관광전 참가 삼성현,갯바위,삽살개 홍보
2010-09-14	모모뉴스	부산국제관광전 성황리 폐막(삽살개 공연)
2010-09-17	조선일보	마스코트 삽살개, 개막식서 깜짝 퍼포먼스 준비
2010-10-11	아주경제	18일 동물보호, 복지 국제컨퍼런스 개최
2010-10-19	한국일보	"경산에서 소원성취 하세요" 갯바위 축제 22일부터 개최-삽살개공연
2010-11-17	로이터통신	Korean Sapsaree dogs bounce back from the brink
2011-03-23	매일신문	경산 "애견 올림픽" 메카로 뜬다

2011-04-18	동아일보	직모형태 삽살개 양산 길 열렸다
2011-05-22	대구MBC	대구MBC 특별기획 다큐멘터리 우리개 삽사리1부
2011-05-29	대구MBC	대구MBC 특별기획 다큐멘터리 우리개 삽사리2부
2011-08-16	조선일보	“25년 전 8마리 남았던 경산 삽살개 이젠 세계에 알리게 돼 뿌듯합니다”
2011-08-20	매일신문	마스코트 삽살개 육종연구소 와촌에 새 보금자리
2011-08-23	연합뉴스	<세계육상 D-4> '삽살개' 세계무대 데뷔
2011-08-27	연합뉴스	(2011육상) 이봉주와 대회 마스코트 삽살개 인사
2011-09-01	세계일보	경산 삽살개, 경주 엑스포 관람객 매료
2011-09-14	경북일보	경산 삽살개로 지역 홍보 '톡톡'
2011-09-21	로이터 통신	Professor Ha Ji-Hong discusses about Sapsaree Dogs of Korea during a Korean Sapsaree Foundation meeting at the Johns Hopkins SAIS US-Korea Institute.
2011-09-23	코리아타운데일리	제38회 LA한인축제 개막
2011-10-04	뉴시스	경산시, 중국 인촨시 “청소년 무술교류단” 방문
2011-10-10	연합뉴스	“경산 삽살개, 세계 유명犬 반열에 올리지”
2011-10-13	연합뉴스	인형보다 인형같은 삽살개
2011-10-18	로이터통신	Beloved dog breed saved by South Korean scientist
2011-10-19	아시아투데이	경산시, 제11회 경산 갯마위 축제 개최
2011-10-19	연합뉴스	대구시의회, 삽살개 활용 방안 찾는다
2011-10-25	경북일보	경산서 국방장관기 태권도대회
2011-10-27	매일신문	[2011행정산업정보박람회] 경산시
2011-11-10	뉴스원	삽살개 '쇠돌이' 동물매개치료 운동회에서 시범
2011-12-05	대구MBC생생오늘	동물매개치료

(5) 사업화

(단위 : 원)

사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				기매출액	당해연도 매출액	매출액 합계
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태			
삽사리 테마파크	치료견,반려견으로 개발되는 삽살개를 활용한 동물사랑 학교의 개설 및 운영 전국화,홍보 -‘사회적기업’으로 인증(2010.10.20)	(재)한국 삽살개 재단	하지홍	15	(재)한국 삽살개재단 의 사업단 - 2010년 10월 사회적기업 인증	119,473,000	133,992,000	253,465,000

(6) 인력양성 성과

지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	대구
1	1				1				1

○ 박사 졸업예정자: 마부아람 (영남대학교 생명공학과), 2012년 2월 졸업예정

박사학위논문제목: Genetic characterization of body shape and morphology using a whole genome SNP panels in Sapsaree dog

제 2 절 연구성과 활용 계획

1. 반려견·치료견 계통 조성으로 인한 지속적 용도별 개체 생산

가. 삼살개 육종연구소 연구 수행 활성화

- 경북 경산시 와촌면 박사리에 46,700평 부지에 지난 10월 완공된 삼살개 육종연구소에서는 천연기념물 368호인 삼살개 고고유의 혈통을 보존, 육성하고 육종기술 및 첨단BT기술의 개발과 도입으로 삼살개의 우수성을 고양하여 학술연구와 활동을 통해 삼살개의 문화, 사회, 복지, 산업적인 활용도를 높이는 연구를 수행하고 있음.
- 본 연구결과에서 얻어진 성과는 삼살개의 유용유전자를 탐색하고 분자유종을 통한 삼살개의 주요 특성을 이용한 반려견·치료견 계통을 조성하는데 기반 및 원천 정보를 제공하게 될 것임.
- 특히 본 연구 수행결과로 반려견·치료견 계통의 삼세대 집단 구축은 계통별 시조견과 후손들을 생산하는 육종 프로그램을 설정하였고, 지속적인 후손들을 생산하는 체계를 구축했다라는 점에서 큰 기여를 했다고 볼 수 있음.

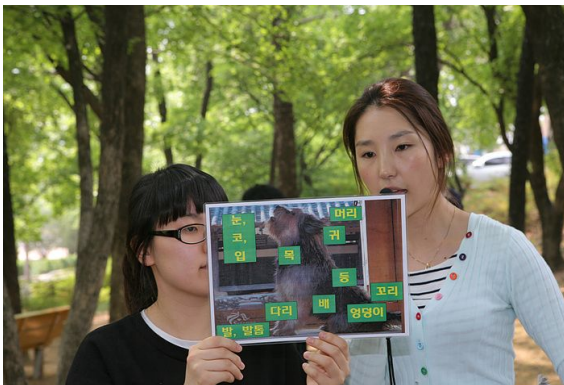
나. 삼살개 매개 치료 활동 활성화

- 삼살개를 이용하여 수행되어져 오고 있는 동물사랑학교 프로그램에도 반려견·치료견 계통의 개체들을 지속적 생산하여 효율적인 운영에 기여할 것임.
- 예1: 삼살개와 함께하는 한개마을 한옥체험
 - ▶ 행사 명 : 삼사리 동물사랑학교 한옥체험
 - ▶ 일 시 : 2010. 2. 27~28 (1박 2일)
 - ▶ 장 소 : 성주 한개마을
 - ▶ 행사 내용 : 삼살개와 함께 성주 전통 한옥 마을인 한개마을에서 1박2일의 일정으로 전통 한옥 마을에서 매개치료견에 관한 설명회를 통해 동물사랑학교에 대한 참여를 유도



○ 예2. 삽살개와 함께하는 동물매개활동체험

- 1) 행사명 : 영천마야병원 삽사리체험활동(동물매개치료)
- 2) 일시 : 2010. 12. 22
- 3) 장소 : 영천마야병원
- 4) 행사내용 : 영천 마야병원(정신장애)의 의뢰로 송년회 겸 동물매개활동을 선보이고자 영천마야병원에서 삽사리체험을 진행. 무조건적인 사랑을 주는 동물을 매개로 정신장애환우들과 열린 마음으로 다가갈 수 있는 시간이 되었음. 사회적기업 삽사리테마파크의 본래취지와 부합하는 동물을 매개로 한 사회나눔활동과 잘 맞아떨어짐.



<개의 생김새 관찰>



<단체사진>



<삽살개와 함께>



<삽살개와 함께>

○ 예 3: 찾아가는 동물사랑학교 (큐리어스)

- 1) 행사명 : 찾아가는 동물사랑학교
- 2) 일시 : 2011. 2.22
- 3) 장소 : 하양 큐리어스어린이집
- 4) 행사내용 : 하양 큐리어스 어린이집을 대상으로 어린이들에게 사회적 기업 삽사리테마파크의 활동인 동물사랑학교의 삽사리 체험활동을 진행함. 삽사리 장기자랑, 치료견 시범, 삽사리 빗질하기, 인사하기 등 동물사랑학교의 취지를 알리고 함께 어우러지는 시간이 되었음



<큐리어스 어린이집>



<삽사리 시범>



<삽사리 체험>



<삽사리 체험>

2. 삽살개 견종의 세계적 산업화를 위한 기반 조성

가. 온라인 DB 및 삽살개 홍보페이지 운영

○ 국내외에서 치료견·반려견 삽살개 홍보, 해외 삽살개 개체정보, 혈통관리, 우수 삽살개 혈통 인증, 국내외분양, 검색 서비스 등을 효율적으로 수행하기 위하여 DB 구축의 필요성

○ 다음 주요 네 사이트에 인터넷 사이트를 개설하여 구축 및 운영하고 있음

- <http://sapsaree.biplus.co.kr>
- <http://eng.sapsaree.org>
- <http://www.sarbipark.com>
- <http://www.habntodac.com>

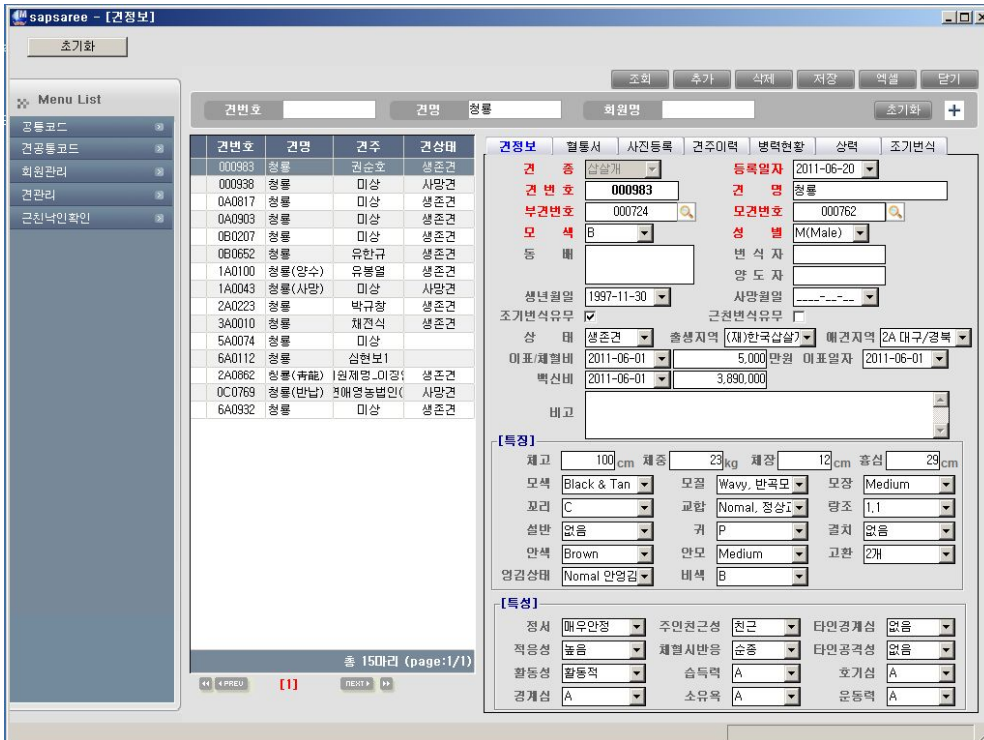
○ Sapsaree Data Base

삽살개 개체기록의 등록(분자육종의 기본 데이터 기록)

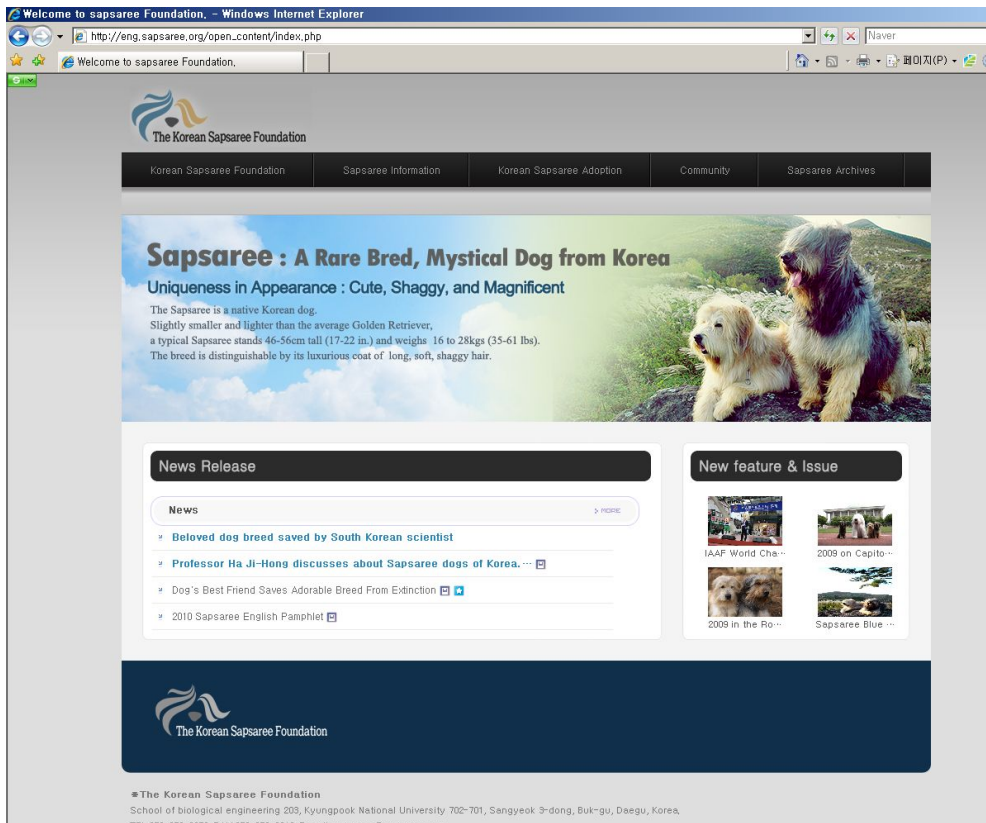
삽살개재단 회원 정보관리

삽살개재단 회원견·본부견 정보관리

혈통서 정보 서비스 운영



- 사살개재단 영문페이지 운영(사살개 세계화에 활용)
 - 사살개 · 재단 정보제공(영문)
 - 해외회원 소식 전달(세계화 네트워크 구성)
 - 사살개 분양 · 모임 등 정보공유(정기 모임 및 연간 품평회)

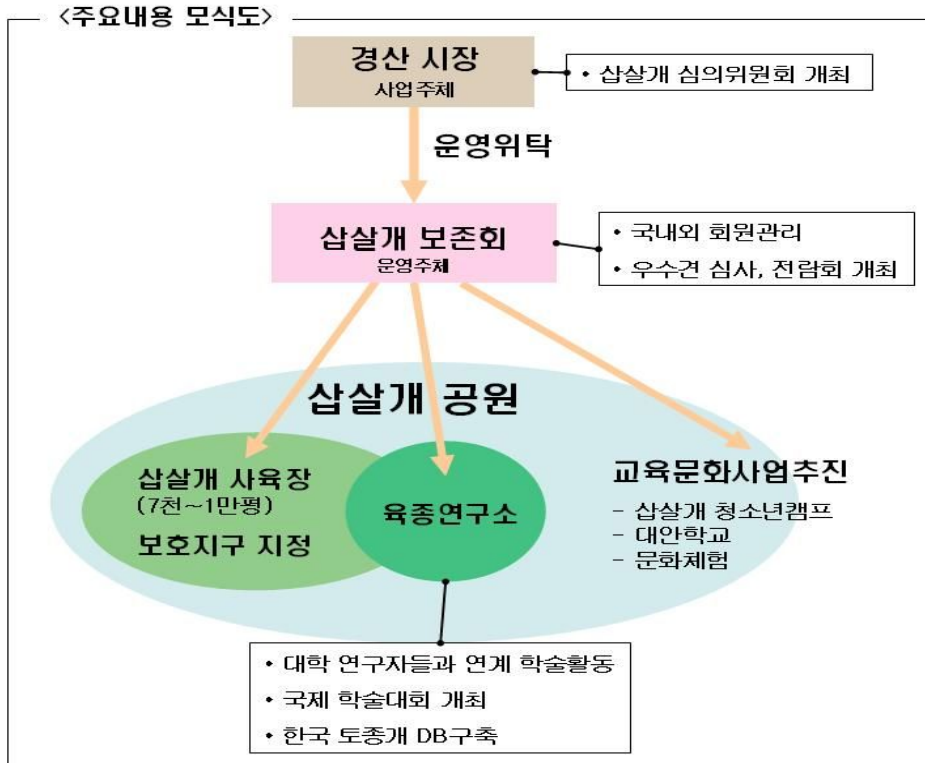




- 삼사리테마파크 & 하브엔토닥토닥
 - 삼사리테마파크(와촌) 교육·체험학습 등에 관한 정보 수록
 - 하브엔토닥토닥(대구) 애견 유치원·놀이방·미용 사업화운영

나. 삼살개의 과학적 문화적 상품성을 개발하여 교육, 문화, 관광 상품화

- 육종기반, 첨단 BT 연구사업을 통하여 고부가 가치를 창출하고 지역 경제를 활성화
- 삼살개 육종연구소를 기반으로 시민과 함께하는 동물, 생명 사랑의 공간으로 활용함
 - 동물 매개교육, 치료견 프로그램 시행
 - 삼사리 공연단을 통한 정기적 공연
 - 삼사리 홍보단을 통한 경산시의 브랜드 마케팅 활용
- 삼살개 육종연구소 운영 개요



제 6 장 연구관련 해외 과학기술 정보

제 1 절. 미국 견 육종 및 과학기술

- 개를 모델로 수행되는 축산기술, 수의학, 여러 종류의 암 관련 질병(폐암, 흉부암), 신경과학, 생물학, 면역학 관련 기사뿐 아니라, 최근 연구동향, 가볍게는 일반인들을 위한 토픽을 정리한 미국 과학 전문지이다.
- 사이트 : http://www.sciencedaily.com/news/plants_animals/dogs/

The screenshot shows the ScienceDaily website interface. At the top, there's a navigation bar with categories like News, Articles, Videos, Images, and Books. Below that, a main banner features the headline "6 Exercise Mistakes" with a sub-link "Click here to avoid these common mistakes & burn fat twice as fast!". The main content area displays a news article titled "Fungus-Induced Neurological Disease: An Underestimated Risk for Animals and Humans?". The article text states: "The mold fungus *Penicillium crustosum* occurs relatively frequently in food and animal fodder stored in temperate conditions. This ... > full story". To the right of the article, there are several related links and snippets, including "Fungus-Induced Neurological Disease: An Underestimated Risk for Animals and Humans?", "Veterinarians Find Infections Faster by Monitoring Blood Compound; Blood Test for Dogs Could Lead to Similar Human Test", "New Insights Into Responses of Yellowstone Wolves to Environmental Changes", and "First Dogs Came from East Asia, Genetic Study Confirms". The website also features a sidebar with "Latest News" and "Top News" sections, and a "Browse News Stories" section at the bottom.

제 2 절. <http://iwdba.org/>

: IWDC: international working dog conference

© 2011 IWDBA, 8722 London Heights, San Antonio, TX 78254-2307 USA



The International Working Dog Breeding Association (IWDBA) was organised in 2005 to support professional education and interaction regarding Applied Science, Veterinary Care and Husbandry, and Program Management issues related to the Selective Breeding, Rearing, and Assessment of dogs involved in working occupations.

The IWDBA is organised as an association of individuals and organisations involved or interested in one or more aspects of selecting, assessing, breeding, whelping, caring for, training, and managing activities related to the production of working dogs for employment in one or more of the working dog occupations. These individuals include scientists, veterinarians, managers, training and assessment personnel, handlers, end-users of trained dogs or their services, and others. The canine occupations include those related to substance detection using the sense of smell, police and military work, service as guides for people with hearing, sight, or other impairments, and service as assistance dogs for people with physical or other impairments. The category of working dogs include:

Search and rescue dogs, guide and assistance dogs, military and police dogs, detection dogs


: 2005년부터 학회가 설립되며 2년마다 개에 대한 다양한 연구주제로 학회가 열림(과학관련 포함). Selective Breeding, Rearing, and Assessment of dogs과 관련한 주제를 다룸. 주로, working dog(인간에 이로운 일을 해주는 훈련받은 개)를 기르는데 주력한 학회. 그예로, 구조견, 가이드견, 보조견, 경찰이나 군견, 감지견을 키우는데 육종과, 이와 관련된 유전자 발굴 연구를 진행하고 있으며, 2011년도에 학회내용을 보면 알수 있듯이, genetic improvement, Creating a BLUP-index to select, 유전학관련 주제로 육종 연구를 수행하고 있음.

PROGRAMME		
SUNDAY 2 OCTOBER 2011		
TIME	EVENT	PARTICIPANT/S
16:00 – 20:00	Registration opens	All Delegates
20:00	Welcome Cocktail Function	All Delegates
MONDAY 3 OCTOBER 2011		
NUTRITION AND GENETICS		
08:30 – 08:55	Opening of Conference and Welcome	IWDBA Chair
08:55 – 09:05	Royal Canin: Partnership between Royal Canin and the IWDBA	Dr Sarah Riviere
09:05 – 09:55	Physical training and nutrition: why are they closely involved in the welfare of working dogs? (Plenary)	Prof D Grandjean
09:55 – 10:30	Nutrition and reproduction in bitches	Dr A Grellet
POSTER PRESENTATION SESSION		
Tea Break		
11:30 – 12:20	A selection approach for breeding healthy working dogs (Plenary)	Dr E Leighton
12:20 – 12:50	The genetic improvement of Explosive Detection Dogs Project	Dr L Hare
Sponsor: DENEL: Product Showcase		
Lunch		
14:00 – 14:40	Interest of a dedicated supplementation before and during exercise on working dogs performance during a standardized mid-intensity exercise	Dr D Clero
14:40 – 15:05	Creating a BLUP-index to select against fearfulness in the Rough Collie	Mr P Arvelius
15:05 – 15:35	Parentage verification of the domestic dog (<i>Canis familiaris</i>) in a multi-sire insemination trial using an international microsatellite test panel	Dr D Steckler
15:35 – 16:00	Can expert codings of dog behavior be replicated by novices?	Ms J Fratin
TUESDAY 4 OCTOBER 2011		
VETERINARY ASPECTS		
08:00 – 08:50	The veterinary care and management of working dogs in the South African Police Services: a holistic approach (Plenary)	Dr J R Birrell
08:50 – 09:10	<i>Trichomonas foetus</i> infection in puppies: prevalence and impact on weaning diarrhoea	Dr A Grellet
09:10 – 09:30	Whole body CT motion capture and 3D computer animation findings in three working dogs with early onset of lower back pain	Dr B Pierce
09:30 – 09:55	Canine Flu - what should we do?	Dr C M Otto
09:55 – 10:20	Efficacy of early vaccination at 4 weeks in the control of Canine Parvovirus	Dr K de Cramer
10:20 – 10:45	Dental prosthesis of French Military Dogs	Dr T Lamour
POSTER PRESENTATION SESSION		
Tea Break		
11:30 – 12:10	The use of prosthetic hip implants in working dogs	Prof L Coetzee
12:10 – 12:30	Police Dog occupational hazards	Dr C M Otto
12:30 – 12:50	Lumbo-sacral disease in South African Police Services working dogs	Dr G C Barry
Sponsor: Virbac: Product Showcase		
Lunch		
14:00 – 14:50	Dog breeding within commercial establishments: understanding the issues and increasing reproductive efficiency in working dogs (Plenary)	Dr K de Cramer
14:50 – 15:10	Professional ethics in the use of working dogs	Dr Q Sonntag
15:10 – 15:30	Age determination in dogs: radiographic evaluation of the maxillary canine teeth	Dr A de Smet
15:30 – 15:50	Identification and management of Antimicrobial Resistant Pathogens in Working Dog Populations	Dr B Pierce
15:50 – 16:10	Alterations in Heart Rate in a Tracking Dog During Work	Dr H E Zulch
Tea Break		
16:10 – 16:30	Workshop 1: Veterinary aspects	Workshop 2: Counter Terrorism and Cross

제 3 절. <http://www.broadinstitute.org/>

Broad Institute of MIT/Harvard : The May 2005 dog (Canis familiaris) whole genome shotgun (WGS) assembly v2.0 was sequenced and assembled by Broad.

WGS뿐만 아니라, broad 기관에서 연구한 개의 질병관련 주제를 보면 다음과 같다.

	
Cancers	Hemangiosarcoma Osteosarcoma (bone cancer) Lymphoma Mast Cell Tumors (MCT) Mammary Tumors Melanoma (skin cancer) Glioma
Cardiovascular Diseases	Dilated Cardiomyopathy (DCM) Degenerative valve disease
Neurological Disease & Behavior	Degenerative Myelopathy (DM) Idiopathic epilepsy Obsessive-compulsive disorder (OCD)
Immunological & Metabolic Diseases	Familial Shar-Pei Fever (FSF) Addison's disease Symmetrical Lupoid Onychodystrophy (SLO) Atopic dermatitis Diabetes Lymphocytic thyroiditis Exocrine Pancreatic Insufficiency (EPI) Toller Diseases (SLE & SRMA)
Other	Dermoid sinus (DS) Juvenile Demodicosis Juvenile Renal Dysplasia (JRD) Hairlessness/Canine Ectodermal Dysplasia (CED) Progressive Cone-Rod Dystrophy (PCRD) Progressive Retinal Atrophy (PRA) Pseudopelade White coat color Pyometra
참고 주소: http://www.broadinstitute.org/scientific-community/science/projects/mammals-models/dog/disease-research/dog-diseases	

논문예시

1.genome seq, 유전자비교분석: Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog(2005, Nature 438, 803-819.)

2.질병, Toller diseases:

Genome-wide association mapping identifies multiple loci for a canine SLE-related disease complex (2010) Nat Genet. 42:250-4.

제 7 장 참고문헌

- Akeya, J.M., A.L. Ruheb, D.T. Akeya, A.K. Wongb, C.F. Connellya, J. Madeoya, T. J. Nicholasa, and M.W. Neff. 2010 .Tracking footprints of artificial selection in the dog genome. *Proc Natl Acad Sci.* 107(3): 1160–1165.
- Boyko, A.R., P. Quignon, L. Li, J.J. Schoenebeck, J.D. Degenhardt, et al. 2010. A Simple Genetic Architecture Underlies Morphological Variation in Dogs. *PLoS Biol* 8(8): e1000451. doi:10.1371/journal.pbio.1000451.
- Cadiou, E., M.W. Neff, P. Quignon, K. Walsh, K. Chase, et al. 2009. Coat variation in the domestic dog is governed by variants in three genes. *Science* 326: 150–153.
- Calboli, F.C.F., J. Sampson, N. Fretwell, and D.J. Balding. 2008. Population Structure and inbreeding from pedigree analysis of pure bred dogs.*Genetics* 179:593–601.
- Carrier, D.R., K. Chase, and K.G. Lark. 2005. Genetics of canid skeletal variation: size and shape of the pelvis. *Genome Res.* 15:1825–1830
- Chase, K., D.R. Carrier, F.R. Adler, T. Jarvik, and E.A. Ostrander, et al. 2002. Genetic basis for systems of skeletal quantitative traits: Principal component analysis of the canid skeleton. *Proc Natl Acad Sci.* 99:9930–9935.
- Dunning AM, Durocher F, Healey CS, Teare MD, McBride SE et al. 2000. The extent of linkage disequilibrium in four populations with distinct demographic histories. *Am J Hum Genet* 67:1544–1554.
- Farnir F, Coppieters W, Arranz JJ, Berzi P, Cambisano N et al. 2000. Extensive genome-wide linkage disequilibrium in cattle. *Genome Res* 10:220–227
- Hayes,B.J., Visscher, P. M., McPartlan, H.C., and Goddard, M.E. 2003. Novel multi locus measure of linkage disequilibrium to estimate past effective population size. *Genome Res.* 13:635–643.
- Jones, P., K. Chase, A. Martin, P. Davern, E.A. Ostrander, et al. 2008. SNP based association mapping of dog stereotypes. *Genetics* 179:1033–1044.
- Karlsson EK, I. Baranowska, C.M. Wade, N.H. Salmon Hillbertz, M.C. Zody, et al., 2007. Efficient mapping of mendelian traits in dogs through genome-wide association. *Nat Genet.* 39(11): 1321 – 1328.
- Kerns J.A., J. Newton, T.G. Berryere, E.M. Rubin, J.-F. Cheng, S.M. Schmutz and G.S. Barsh, 2004. Characterization of the dog Agouti gene and a nonagouti mutation in German Shepherd Dogs. *Mamm Genome.* 15: 798 – 808.

- Lark, K.G., K. Chase, and N.B. Sutter. 2006. Genetic architecture of the dog: sexual size dimorphism and functional morphology. *Trends in Genet.* 22: 537–544.
- Lindblad-Toh, K., C.M. Wade, T.S. Mikkelsen, E.K. Karlsson, D. B. Jaffe et al. 2005. Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature* 438: 803–819.
- McRae AF, McEwan JC, Dodds KG, Wilson T, Crawford AM et al. 2002. Linkage disequilibrium in domestic sheep. *Genetics* 160: 1131 – 1122.
- Parker H.G., B.M. vonHoldt, P. Quignon, E.H. Margulies, S. Shao, et al. 2009. An expressed *fgf4* retrogene is associated with breed-defining chondrodysplasia in domestic dogs. *Science* 325: 995 – 998.
- Reich D.E., Cargill, M., Bolk, S., Ireland, J., Sabeti, P.C. et al. 2001. Linkage disequilibrium in the human genome. *Nature* 411: 199 – 204.
- Schmutz S.M., T.G. Berryere, N.M. Ellinwood, J.A. Kerns, G.S. Barsh. 2003. MC1R studies in dogs with melanistic mask or brindle patterns. *J Hered* 94:69 – 73.
- Shearin A. L. and Ostrander E.A. 2010. Canine Morphology: Hunting for Genes and Tracking Mutations. *PLoS Biol* 8(3): e1000310. doi:10.1371/journal.pbio.1000310
- Sutter NB, C.D. Bustamante, K. Chase, M.M. Gray, K. Zhao, et al. 2007. A single IGF1 allele is a major determinant of small size in dogs. *Science* 316: 112 – 115.
- Sutter, N. B. M. A. Eberle, H. G. Parker, B. J. Pullar, E. F. Kirkness, L. Kruglyak, and E. A. Ostrander. 2004. Extensive and breed-specific linkage disequilibrium in *Canis familiaris*. *Genome Res.* 14:2388 – 2396