

# 사료학의 대상이 되는 동물들 ⑤

집필 \_ Ishibashi, Teru 일본과학사료협회



번역 \_ 황보 중 축산연구소 영양생리과

7월호에서는 실험동물 중 설치류에 대해 언급했다.

이번호에서는 척추동물문 Vertebrata, 포유류 Mammalia의 토끼와 개에 대해 기술하고자 한다.

## 1. 토끼(rabbit) : Lagomorpha, Leporidae, Leporinae, *Oryctolagus, cuniculus, cuniculus var. domesticus*

가축으로서 토끼는 일반적으로는 집토끼라 하며, 야생 토끼를 서서히 가축화한 것이다. 역사적으로 12세기 전후, 지중해 주변국에 있던 야생 토끼를 길들인 것으로 18세기 이후 체중, 모피의 종류, 성질, 특징 등이 다른 계통이 만들어 졌다.

토끼의 산업적 가치는 현재 식육용으로서 중요한 위치를 차지하고 있다. 토끼 고기는 직접 식용으로 보다는 햄이나 소시지 제조시 결착원료로서 주로 사용된다. 이때에 발생하는 부스러기 고기는 애완용 사료 원료로도 이용된다. 식육용 이외의 용도로서는 애완용, 모피용 등으로 그리고 실험동물로서 이용된다.

토끼는 애완용으로서 최근 일본에서도 큰 인기를 얻고 있다. 기르기 쉽고, 튼튼하고, 울음소리가 없으며, 사람에게 잘 길들여지고, 성격이 온순하여 아

이들에게 인기가 있다. 또한 분노의 냄새가 심하지 않아 실내에서 사육할 수 있어 인근에 피해가 없다. 그러나 실내에서 사육하는 경우에, 가구를 갉거나, 분노배설 문제 등으로 케이지 사육과 이빨을 갈 수 있는 적당한 것을 케이지내에 넣어 두는 등의 요령이 필요하다.

모피용으로서의 용도도 산업적으로는 중요했지만, 국제적으로도 쇠퇴하고 있으며, 일본에서는 나가노현이 그 산지로 유명했지만, 최근에는 거의 사육하고 있지 않다.

식육용 및 모피용의 토끼가 어떻게 의학이나 과학 연구용의 실험동물로서 전용되게 되었는데는 확실하지 않다. Pasteur나 Koch가 토끼를 이용해 세균학 연구를 실시한 것은 19세기 중기 이후이다. 그러나, 일본에서 토끼를 실험동물로서 이용하기 시작한 것은 1950년대 이후이며, 1985년 이후 급격히 감소하고 있다.

### 1) 토끼의 종류

토끼의 종류는 체중, 모피의 종류, 성질, 특징 등이 다른 계통이 수백 종이 있으며, 용도에 따라 각각의 특징을 살리고 있다.



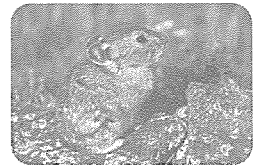
식육용으로 Flemish giant, New Zealand white 나 California 등이 사용된다. 이러한 계통의 고기는 가격도 비싸다.

모피용으로 Angora, Chinchilla, Rex 등이 있으나, 현재는 해외에서도 모피용으로 토끼를 사육하는 경우는 적다.

애완용의 계통으로 미니토끼라 불리는 네덜란드 dwarf, 팬더 토끼라고 하는 Dutch, Chinchilla와 모색이 비슷한 Himalayan, 터키 원산의 장모종인 Angora, 프랑스 원산의 비로드 같은 체모의 Rex, 처진 귀가 인기인 Minirop 등이 있다.

### 2) 실험동물로서 토끼 계통

실험동물로서 일본에서 이용되고 있는 품종은 Japanese white, New Zealand white가 주류가



되고 있다. 그 외에, Angora, Dutch가 이용되기도 한다. 게다가 근래에는 토끼와는 별개 과의 우는 토끼(쥐토끼, pika)도 이용하고 있다.

백색종은, 메이지 초기에 수입된 여러 가지의 외래종을 교잡해 백색 채래종이 만들어지고, 여기에 New Zealand white와 Flemish giant를 교잡해, 모질과 육질을 개량한 것이며, 모피와 식육 겸용종으로서 개량을 거듭하여 만들어진 계통이다.

일본에서는 Japanese white의 사육수가 제일 많기 때문에 실험용으로서 가장 많이 이용되고 있다. 클로드 콜로니 계통의 실험동물용으로서 확립되어 있는 것은 Japanese white를 기본으로 한 Kbl : JW, Kbt : JW, Jla : JW, Nib : JWNS나 Japanese white를 소형화한 JW : NIBS가 있다. New Zealand white를 기본으로 한 계통으로서 Kbl : NZW, Kbt : NZW, Slc : NZW 등이 있다. 토끼는 근교퇴화 현상이 강해 생산성의 저하나 유전학적 기형이 출현하기 쉬우므로, 근교화는 반드시 용이하지는 않으나, 일본에는 JWY - NIBS,



JW - CSK, NWY - NIBS, DUY - NIBS 등이 유지되고 있다.

질환 모델 동물로서는 WHHL(유전성고지혈증) 토끼가 유명하다. 이 토끼는 사람의 고콜레스테롤 혈증의 모델 동물이다. 이 토끼의 데이터가 사람에게 적용 할 수 있게 됨으로서, 일본이 세계적으로 선구적인 지방질 저하제나 동맥 경화 억제제인 콜레스테롤 합성 저해제(스타틴계 약제)를 개발할 수 있었다. 최근, 실험용 토끼는 SPF화 된 토끼가 주류이다.

### 3) 토끼의 실험동물로서의 특성

토끼는 실험동물로서는 약리, 순환기, 면역, 혈청, 세균, 병리, 내분비 등의 분야에서 넓게 이용된다. 대표적인 용도는 발열성 시험(pyrogen test)이다. 이것은 토끼가 발열 물질에 대해서 민감하고, 굵은 귀정맥은 정맥주사가 용이하며, 또 체온 측정이 용이한 것 등이 관계한다. 그 외, 면역 혈청의 제조, 약물의 기형성유도 시험 등에도 이용된다.

### 4) 토끼의 영양소 요구량

토끼의 사료로서는 실험용 토끼에도 전통적으로 풀이나 야채 등의 먹이가 주어져 왔다. 그러나, 1950년대에 토끼용 고품 사료가 개발되어 시판되고 있으므로, 현재는 풀이나 야채 등의 먹이를 줄 필요는 없다.

NRC에서는 1900년에 토끼의 영양소 요구량을 수록했지만 자세한 수치는 없고, 1977년이 최신판이다. 표 II-5에 나타나 있는 것처럼 자유 섭취를 전제로 한 영양소요구량이다.

표 II - 5 자유 섭취시 토끼의 영양소 요구량 (NRC 1977)

	성장기	유지기	임신기	수유기
ME(kcal)	2,500	2,100	2,500	2,500
TDN	65	55	58	70
조단백질(%)	16	12	15	17
조섬유	10-12	14	10-12	10-12
지방	2	2	2	2
칼슘	0.4	필수	0.45	0.75
인	0.22	필수	0.37	0.5
마그네슘	300-400	300-400	300-400	300-400
칼륨	0.6	0.6	0.6	0.6
나트륨	0.2	0.2	0.2	0.2

	성장기	유지기	임신기	수유기
염소	0.3	0.3	0.3	0.3
구리(mg)	3	3	3	3
요오드	0.2	0.2	0.2	0.2
철	필수	필수	필수	필수
망간(체중 1 kg/DM60g/일)	8.5	2.5	2.5	2.5
아연	필수	필수	필수	필수
비타민 A(IU)	580	필수	>1160	필수
케로틴으로서의 비타민 A(IU)	0.831		0.831	
비타민 D				
비타민 E(추정치)	40	필수	40	40
비타민 K(mg)			0.2	
나이아신	180			
비타민 B6	39			
콜린	1.2			
라이신(%)	0.65			
메티오닌 + 시스틴	0.6			
아르기닌	0.6			
히스티딘	0.3			
로이신	1.1			
이소로이신	0.6			
페닐알라닌 + 티로신	1.1			
트레오닌	0.60			
트립토판	0.2			
바린	0.7			
글리신	0.7			

※ 체중 1kg의 토끼가 60g/일의 풍건물 사료 섭취시 토끼 1마리당의 요구량으로 환산.

표 II-6 토끼용 정제 사료(Gamon and Fisher, 1970)

분리 대두 단백질(%)	20
정제 셀룰로오스	16
옥수수유	5
미네랄 혼합물1	6.6
비타민 혼합물2	0.2
염화 콜린(70%)	0.1
항산화제	0.025
L-메티오닌	0.2
α-토코페롤아세테이트(IU/kg)	50
글루코오스 수화물	15
콘 덱스트린	5
옥수수 전분	27.4
펠렛팅용 물	5

표 II-7 토끼의 관용 사료의 조성의 예(%)

건조 알팔파	27.0
보리	53.0
대두박	17.0
D-메티오닌	0.09
식염	0.5
벤토나이트	2.21
비타민·미네랄 혼합물 <sup>1</sup>	0.2
화학분석치(건어물%)	
건어물	87.0
회분	7.9
조단백질	21.6
조섬유	9.4
ADF	12.8
NDF	25.1
리그닌	2.2
총에너지(kcal/kg)	4.312

### 5) 토끼의 사료 조성



앞에서와 같이, 토끼전용 사료가 시판되고 있지만, 토끼만이 아니라 사료에는 각각의 메이커만의 노하우가 있어, 기본적으로 배합률은 공개되지 않는다. 여기서,

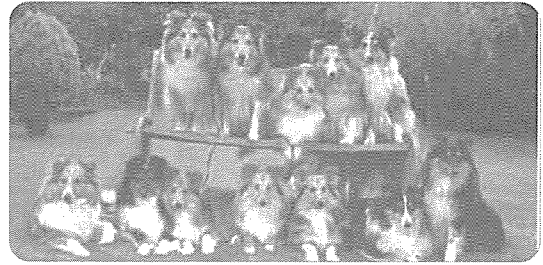
NRC(1977)에 기재되어 있는 정제 사료 및 논문에 기재되어 있는 비교적 관용 사료에 가깝다고 생각되는 배합 비율을 표 II-6 및 7에 나타냈다.

사료 급여량의 기준은 체중 1.5kg에 80g, 2~3kg에 100~150g, 임신 및 수유 중에는 150~170g, 음수량은 성토끼가 300~400mL 이다.

토끼의 식성의 특징으로서 식분을 한다. 토끼는 딱딱한 변과 부드러운 변을 배설한다. 부드러운 변을 배설할 때에는 항문에 입을 대고 직접 먹는 경우가 많다. 이같은 식분을 통해 식물성 섬유질의 재소화를 함으로서 이용성을 높이므로 유사 반추라고 할 수 있다. 식분은 섬유 분의 소화율을 높일 뿐만 아니라, 장내 세균에 의해서 만들어지는 비타민류의 재흡수에도 도움이 되므로, 식분을 막고자 하면 비타민 등의 함량을 늘려야 한다.

## 2. 개(domestic dog); Theria, Carnivora, Fissipedia, Canoidea, Canidae, *Canis*, *familiasis*

개는 사람과 오랫동안 공동생활의 긴 역사를 가지고 있는 동물이다. 개가 가축화 된 것은 약 2만 년



전으로 사람과의 생활과 깊게 관계되어 왔다. 사육의 목적, 용도는 넓지만, 오랫동안 사람과의 관계는 서서히 변화해 오고 있다. 옛날에는 개가 집을 지키거나 사육견으로서 그 역할이 중요했으나, 최근에는 대표적인 반려 동물(companion animal)로서 즉, 역축에서 사람에게 정신적인 평온함을 주는 파트너로서의 위치를 하게 되었다. 개의 역할은 이와 같이 애완동물로서 뿐만이 아니라 맹도견, 맹인 인도견의 분야까지 자리매김을 하고 있다.

또 하나의 중요한 역할과 용도는 실험분야의 이용이다. 오랫동안 많은 실험 영역에서 사용되어 온 개의 대부분은 애완용으로서 사육되고 있던 것들이 대부분이었으나, 현재는 동물 복지의 관점에서 개선이 요구되고 있다.

### 1) 개의 종류

개는 그 종류가 다양하다. 체중도 1kg정도의 치와와로부터 100kg정도의 세인트 버나드까지 그 폭이 다양하다. 종류는 실로 많아, 애완용으로서 세계 각지에서 육종을 위한 교배가 반복해져 분류법에 따라 다를 수 있지만, 수백 종류가 넘는다.



(1) 개의 실험의 역사

개는 의학, 의료의 발달에 많은 공헌을 해왔다. 개가 의학 연구로 유용한 동물인 것을 증명한 것은 Pavlov이다.

표 II-8 개 실험의 역사

1780	Spallanzani	개의 인공 수정 성공
1890	Pavlov	개에 영구 췌장루 Pavlov 소위(小胃)를 완성, 조건반사 이론
1922	Banting & Best Whipple	췌장 적출에 의한 당뇨병, 혈장 단백질의 생리, 간의 단백질 생성 기구 해명
1953	Neuhouse	후각의 양적 연구
1965	Scott	사회 행동과 유전 관계

2) 실험동물로서의 개의 종류

실험용 개로서 널리 이용되고 있는 품종은 Beagle이다. 그러나, 순환기계의 연구 등에서는 수술에 견딜 수 있는 강한 심장 등이 요구되어 짐으로 실험 목적에 의해서, 가슴 두꺼운 대형종인 Hound 계나 Retriever계 등의 계통의 품종이 이용되는 것도 많다. 또, 같은 Beagle에서도 소형종(이른바 13인치 Beagle)은 실험에는 사용되지 않는다.

그 외의 품종으로서, 짖지 않는 개라고 하는 Basenji나 체모가 없는 Mexican hairless dog, Mexican hairless dog와 Beagle의 일대 잡종인 Hairless beagle 등의 실험동물화가 많이 연구되었다. 전자는 짖지 않는다고 하는 이점은 있지만 번식이 어렵고, 후자는 체모가 없다는 이점은 있으나 수요가 없었던 점 등으로 거의 보급되지 않았다. 일본 실험동물 학회의 조사에 의하면, 개의 이용 두수가 큰 쪽으로 감소하고 있다.

3) 실험동물로서의 개의 문제점



동물 실험에 이용되는 개는 2종류로 구분된다. 실험이나 연구용으로는 유전적 관리나 미생물적 관리가 이루어진 purpose-bred dog인 Beagle 이 사용되는 경우가 많다.

특히 의약품 개발에는 Beagle이 주체이다. 안전성 시험이나 안전성 약리 시험 등에서는 유전적 관리나 미생물적 제어를 위한 순서를 SOP로 정하고 있다.

또 하나의 종류는, 이른바 양도개이다. 보건소나 동물 관리 센터 등에 억류 되는 들개나 가정에서 불 필요하게 된 개로, 모두 경력이 분명하지 않은 개 (random source dog)이다. 이것은, 동물취급상이 검역을 하고 나서 판매하는 경우(conditioned)와 검역을 실시하지 않는 경우(non-conditioned)로 구별되기도 한다. 이러한 경우는 어느 쪽이든 실험동물로서 문제가 많다.

현재, 동물 실험에서는 Russel과 Barch의 3R의 개념이 도입되어 있다. 3R은 Reduction(동물 실험에 사용하는 동물수의 삭감), Replacement(동물 실험을 동물 이외의 수단으로의 대체법 검토), Refinement(동물 실험시 동물의 고통 경감)의 머리글자 따온 것으로 이러한 배려나 궁리가 필요하게 되었다.

Random source dog의 경우, 예를 들어 Reduction라고 하는 관점에서 많은 문제점이 있다. 이러한 개는 기생충, 바이러스, 세균에 오염되어 있는 경우가 많고, 다른 개의 감염원이 되어, 실험에 이용하는 개의 두수가 필요이상으로 많아지거나 혹은 도입한 개가 시험에 이용되기 전에 사망해 버리

는 일도 적지 않다. 또한, 얻을 수 있었던 결과에 질병 등이 불필요한 요인이 되어 정확한 결론을 도출하기 곤란해져, 실험이나 연구에 이용되는 동물의 수를 늘리는 경우, Reduction의 개념에서 시대의 흐름과는 역행하게 된다.

최근에는, 동물 복지 단체나 정보 공개법의 영향 등으로, 양도축인 지방 자치체가 이러한 개의 양도를 중지할 뿐만 아니라, 양수축도 이용을 삼가는 경우가 늘고 있지만, 이러한 양도개를 사용하는 연구자에게 있어서, 비용면에서 Beagle보다 훨씬 적게 든다는 점에서 매력적이다.

#### 4) Beagle



실험용의 대표적 품종으로서 Beagle이 이용되는 것은 몇 가지 이유가 있다. 성질이 온순하며, 성체중이 10~15kg의 소형이어서 취급하기 쉬우며, 털이 짧고, 산자 수가 비교적 많고 번식이 쉬운 점 등이다. 이러한 점들이 실험이나 연구에 Beagle을 사용하게 되고, 이것이 각종의 데이터(background data)의 축적으로 이어져, 더욱더 실험 연구용으로서 주류가 되게 되었다. Beagle의 모색은 흑색, 흰색, 갈색의 3색이 표준이다. 실험용 동물로서는 흰색과 갈색도 이용 가능하여 유럽 등에서는 구별하지 않으나, 일본에서는 회피하는 경우가 많다.

Beagle의 산자 수는 평균 6마리 정도로, 5마리 정도가 충분히 자라서 집단적으로 번식하기 쉽다. 사육자에 따라 약간의 체중의 차이는 있지만, 같은 사육자 내에서는 비교적 그 차이가 적다.

개는 형태가 품종 간에 크게 다른 것에 비해서, 비교적 뇌의 형태나 기능, 생리적인 차이가 작고, 뇌, 소화, 순환, 호흡, 비뇨 등에서 생리의 기본적인 기능이 사람과 유사하여 생리학 연구에 많이 이용된다. 생리적으로 다른 점은 땀샘이 발달되어 있지 않아, 고온이나 운동 중에 열의 발산을 팬팅(헐떡임)에 의하는 점이다.

개는 형태가 품종 간에 크게 다른 것에 비해서, 비교적 뇌의 형태나 기능, 생리적인 차이가 작고, 뇌, 소화, 순환, 호흡, 비뇨 등에서 생리의 기본적인 기능이 사람과 유사하여 생리학 연구에 많이 이용된다. 생리적으로 다른 점은 땀샘이 발달되어 있지 않아, 고온이나 운동 중에 열의 발산을 팬팅(헐떡임)에 의하는 점이다.

#### 5) 개의 영양소 요구량과 사료

영양소 요구량에 관해서는 반려 동물로서의 개와 다르지 않아, 앞에서 설명한 자료를 참고하고, 여기에서는 개용의 정제 사료(표 II-9)와 관용 사료(표 II-10)의 예를 나타냈다. ㉔

표 II-9 개용 정제 사료의 조성 예(% , Switzer 등, 1986)

락트알부민	20.075
설탕	34.576
옥수수 전분	24.574
리드	6.595
옥수수유	2.00
분말 셀룰로오스	3.03
미네랄 혼합	7.65
비타민 혼합	1.50

표 II-10 개용 관용 사료의 조성 예(% , Ikada 등, 2002)

옥수수	45.32
소맥분	15.00
밀기울	15.20
치킨밀	20.70
우지	2.80
식염	0.30
L-라이신	0.40
비타민 혼합	0.18
미네랄 혼합	0.10