

사료학의 대상이 되는 동물들 ①

집필 _ Ishibashi, Teru 일본과학사료협회



번역 _ 황보 중 축산연구소 영양생리과

지금까지의 사료학은 축산에 직접 관계되는 가축의 사료를 대상으로 해왔으나, 가축 이외의 사람과 동물의 상관관계도 적지 않다. 실험동물, 애완동물, 전시동물 또는 어류 등과 같이 보다 다양한 관계로 사람의 생활과 깊게 관련되어있고, 이러한 동물들을 사육하기 위한 사료의 개발들이 진행되고 있다. 여기서는 우선 사료를 주는 동물들을 중심으로 살펴보고, 곤충용 사료에 관해서는 대략적인 개념만을 소개하고자 한다.

곤 충 중에는 오래전부터 축산의 범주에서 다루어져 왔던 벌꿀을 생산하는 양봉산업의 꿀벌과 축산의 범주에서 다루지는 않았지만, 비단을 생산하는 양잠업의 누에를 먼저 생각하게 되지만, 그 외의 곤충류도 유전학, 발생학, 내분비학, 최근에는 분자생물학적 연구 등의 여러 분야에 걸쳐 실험동물로서 많이 이용되어 지고 있다.

곤충을 실험동물로서 이용할 수 있는 이점은 몸이 작기 때문에 사육 장소가 적고, 연간을 통해 대량 사육을 할 수 있어 다수의 개체를 염가로 제공

할 수 있고, 수명이 짧아 단기간에 결과를 낼 수 있는 이점 등으로 국립 연구기관, 대학, 제약·농약·사료 회사 등에서 오랫동안 사육되어 유전적, 생리적으로 균일한 각각의 사육 목적에 적절한 계통을 입수할 수가 있고, 최근에는 관상용으로 길러지는 곤충도 있다.

곤충도 동물과 같이 육식, 초식, 잡식 동물로 나눌 수 있으며, 그 중에서도 뭐든지 먹는 광식성과 특별한 것 밖에 먹지 않는 협식성이 있다. 누에는 뽕잎 밖에 먹지 않는다고 여겨져 왔지만, 현재는 배합사료가 만들어지고 있다. 그 외에도 식성에 맞춘

변역연재 | 황보 증백사의 변역으로 보는 일본 사료학 ②

표 I-2 양봉 산업의 추이(1960 - 2000)

	호수	봉군수	벌꿀(t)	벌꿀수입(t)	밀랍(kg)	로알젤리(kg)	화분(kg)
1960	9,297	109,948	4,574	2	129.9		
1970	9,659	243,088	7,447	14,507	151.2		
1980	10,918	320,171	6,211	20,104	165.6	9.53	
1990	8,281	252,993	4,854	69,435	85.3	8.36	2.801
2000	5,342	184,234	3,024	40,077	48.5	4.04	4.18

2) 꿀벌의 사료

꿀벌은 필요로 하는 영양소를 꿀(당질), 화분(단백질)으로부터 보급한다. 사육 꿀벌은 생활의 근원으로서 저장한 꿀이 채밀됨으로서, 대용 사료가 필요하게 된다. 그 사료의 원료로서 설탕이 사용되고 있다. 이것은 관세정률법 관세가 전액 면제되고 있다. 그 양은 약 2,000 톤이다. 일본에서의 양봉배합 사료의 제조는 일본 양봉 벌꿀 협회로부터 위촉된 회사가 일괄적으로 생산하고 있다. 그 배합률은 표 I-3과 같다. 정제당전 중량에 대해서 식용 색소, 식염, 라이신을 포함 시키는 것은 일본재무성령으로 규정되고 있고, 이러한 배합물은 정제당이 식용으로 사용될 수 없도록 함과 동시에, 꿀벌의 영양소로 사용되는 것이다.

이 외 꿀벌군의 성장 정도를 촉진해, 생산력을 향상시키기 위해서 화분 대용 영양 강화 사료성분으로서 당류, 유단백질, 맥주 효모, 클로렐라 추출물, 아미노산류, 비타민류, 미네랄류, 과일 추출물, 식

표 I-3 양봉 사료의 제품 규격

정제당	99.7988%이하
염화 나트륨(식염)	0.1%이상
염산 L-라이신염	0.1%이상
식용 색소(정색 2호)	0.0012%이상

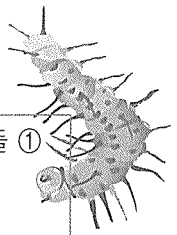
물성 유지 등이 사용되고 있으며, 그 예를 표 I-4에 나타냈다.

표 I-4 양봉사료의 배합예(%)

설탕	45.0
대두 단백질	15.0
화분	5.0
옥수수 전분	5.0
콩가루	3.0
카제인	2.0
비타민 미네랄 혼합물	0.9
물	24.0

(2) 누에

누에의 품종은 일본종, 중국종, 유럽종, 열대종으로 대별되지만, 현재, 농림 수산성이 지정되어 있는 것은 88종이다. 품종 개량 되어 1910년에는 200mg인 누에고치가 지금은 2g를 넘어 비단실의 길이도 500m에서 1~1.5km 정도까지 되었다. 그 품종 개량의 과정에서 이용된 기술은 일대 잡종의 이용으로서 동물뿐만이 아니라, 옥수수 등의 작물에도 미치고 있다. 또, 교배시에 필요한 자웅감별의 기술은 병아리의 자웅감별로 응용되었다고 한다. 누에고치를 채집하는 것 외에 누에자체에 혈당 상



승 억제 효과가 있는 것으로 알려져 그 이용에 대한 연구가 진행되고 있다.

한편, 뽕잎(Morus bombycis)은 누에가 먹는 유일한 식물이었지만, 일본 전 국토에 분포해, 그 품종은 200계통은 1,000이상 있다. 뽕잎은 유전성이 풍부하여 자연 및 인위 교잡으로 신종이 생긴다. 배수성의 연구는 재배 식물로서는 세계적으로 최초이며, 세포 유전학의 선구를 이루었다. 또, 최근에는 뽕잎의 기능성 성분이, 당뇨병의 발생억제 효과가 있는 것이 보고되고 있다.

뽕잎의 수분은 약75%, 조단백질은 건물당 22~24%이다. 누에는 치잠기에 125mg, 장잠기에 4.950g의 뽕잎을 먹는다. 섭취한 뽕잎은 2~3시간에 대변으로서 배설되지만, 소화율은 치잠기에 약50%, 장잠기에 약40%이다. 장잠기에 소화된 영양소의 54%(수컷) 및 59%(암컷)가 숙잠체를 구성하고, 그 약 50%는 누에고치층에, 20%는 알로 되어 나방의 사체 중 수컷에는30%, 암컷에는 약 20%를 가진다.

1) 일본 양잠업의 역사

일본에 양잠이 전래된 것은 야요이시대(기원 전 300~기원 후 300년) 중기로 중국이나 한반도로부터 귀화인에 의해 양잠이나 직조 기술이 들어와 전국에 퍼져 간 것이라고 생각된다. 에도시대 중기 시장경제의 발달에 따라 양잠업도 발전했다. 이 시기에는 많은 뽕나무와 누에의 품종이 태어나 뽕나무의 재배에서 누에의 사육, 염색이나 제직법등이 각지에서 독자적인 기술이 만들어져 갔다. 메이지 시대에 생사는 중요한 수출품이 되어, 양잠업에 대한 극진한 보호와 장려 정책이 마련되었다. 1906년 일

본은 세계 최대의 생사 수출국이 되었고, 누에고치 생사 생산량은 급속히 늘어, 1920~1929년의 10년간에 최대 수요에 이르렀으나, 1929년에 그 한계점 되었다. 이 배경에는 미국의 레이온(인조견)의 등장이 있었다.

제2차 세계대전으로 일본의 누에고치 생사 생산량은 크게 후퇴했으며, 전후 식량 수입의 담보 수출품으로 잠사업의 부흥 정책이 취해졌지만, 생사의 수출은 기대만큼은 성장하지 않았다. 그것은 이미 미국에서 나일론의 생산의 본격화와 부인용 양말 시장의 퇴조가 있었기 때문이다. 이후 생사는 국내 시장의 의존도를 높게 된다. 1960년경부터 화장 붐에 의해 내수가 늘어나면서 수출이 급격히 줄고, 1963년 일본은 생사 수입국이 된다. 그 후, 일본의 경제발전과 더불어 중국, 인도 등의 주요한 누에고치 생산국과의 생산비의 격차로 누에고치·생사 생산량은 급속도로 감소해 갔다.

2000년 일본의 잠사업은 누에 농가 호수 3,280호, 누에고치 생산량 1천 2백 톤, 생사 생산량 540톤, 생사 수입량 2,340톤이다.

2) 누에용 인공 사료의 역사

누에는 먹이에 대한 선택의 폭이 좁고, 뽕나무 이외의 식물로 실용적인 사육은 지극히 곤란하였으나, 1960년 잠사시험장에서 처음으로 인공 사료개발에 성공하였다. 그 후, 국내 및 현의 시험연구기관에 대해 실용화의 연구를 통해 1977~1978년의 「치잠인공 사료 파일릿 사업」을 거쳐, 1979년부터 일반 보급이 시작되었다.

양잠은 알에서 부화해 처음 탈피까지의 유충 기간을 1령, 처음의 탈피로부터 2번째의 탈피까지의





기간을 2령이라고 부른다. 보통 누에 중은 일생 중 4회 탈피를 실시해, 5번의 유충기가 끝나면 누에고치를 만든다. 통상, 누에는 부화 후 25일 정도로 누에고치를 만들기 시작하며, 1~3령을 치잠, 4~5령을 장잠이라고 부른다. 누에용 인공사료는, 공동 사육의 형태로, 1~2령 또는 1~3령의 기간 사육하는 치잠 인공 사료법이 보급되어 있다.

치잠 인공 사료법의 개발로 뽕나무밭의 필요성이 없다는 것과 급이 회수의 감소로 노동력을 절감 할 수 있다. 또한, 멸균된 사료의 급여를 통해 환경의 청정화에 따르는 큰 이점 등으로 실용화 기술로서 순조롭게 보급되었다. 1984년에는 인공 사료에 의한 사육 상자수(상자는 누에의 사육 단위, 1상자=약 2만 마리)가 최대가 되었으나, 그 이후, 보급율은 상승하고 있지만, 양잠농가의 감소로 인공 사료의 사용량은 감소하고 있다. 2002년의 누에용 인공 사료 사용량은 약 200 톤이다.

인공 사료의 이점은 기호성과 영양적측면에서 안정된 사료를 이용 할 수 있어 유충 기간 중 인공 사료로 사육할 수 있게되어, 뽕나무의 작황상태에 따른 영향을 받지 않고 연중 양잠이 가능하게 되었다. 그러나, 치잠기와 비교해 장잠기의 사료 급이량은

급격히 늘어나 인공 사료비의 부담이 증가하게 된다. 1령잠에 비해 5령잠의 급이량은 300배 이상이 된다. 부화한지 얼마 안되는 유충에 비해 5령의 최대 체중은 10,000배에 이른다. 인공 사료의 비용절감에 대한 많은 연구로 간이 조제 사료 등이 개발되어 있으나, 누에고치 생산의 국제 경쟁력 확보가 어려워 현 단계에서 전령 인공사육은 실용화되어 있지 않다.

또, 인공 사료에 기능성 물질을 혼입하여 4령기에 누에고치를 만들게 하는 유도 3면잠에 의한 세직피(細織皮) 생사의 생산이나, 염료를 투여하여 착색 생사의 생산이 검토되고 있다.

3) 누에 인공사료

누에를 인공적인 사료로 사육하려는 시도는 오래 전 메이지 시대부터 시도되었다. 1960년 잠사시험장에서 처음으로 누에의 전령 인공사육이 성공해, 차세대 알을 얻을 수 있었다. 그 후로 식성과 영양면에서의 연구가 진행되어 개선을 통한 실용화에 이르렀고, 현재 보통 누에용 인공 사료에는, 누에의 식성이나 발육 상태 등을 고려해, 일반적으로 20~25%의 뽕나무잎 분말이 더해지고 있다(표 I-5). 또, 인공 사료에 이용되고 있는 각종의 사료 소재는, 누에의 섭식성을 높이기 위한 설당이나 셀룰로오스 분말등도 더해지고 있다. 또한, 누에는 직접 물을 마시지 않기 때문에, 인공 사료에는 항상 70~75%의 수분 유지가 필요해, 성형한 젤리상태의 인공 사료는 부패하기 쉽고, 방부제의 첨가도 필요하다.

인공 사료가 개발되어 실용화로 개선이 진행되는 한편, 누에 품종이나 인공 사료에 대한 섭식성이 양

표 I-5 보통 누에용 인공 사료의 경우 (1973, 堀江 등)

사료 소재	건물 사료(g)
뽕잎분말	25.0
옥수수 전분	7.5
설탕	8.0
탈지 대두 분말	36.0
콩기름	1.5
B 시트스테롤	0.2
무기염 혼합물	3.0
셀룰로오스 분말	20.8
한천	7.5
아스코르빈산	1.0
소르빈산	0.2
구연산	0.3
(합계)	(111.0)
비타민 B군	첨가
방부제	첨가
물	물사료 1g에 대해 3.0ml

표 I-6 광식성 누에 품종용 인공 사료의 경우(1989, 柳川 등)

사료소재	1~2령용	3령용	4령용
뽕잎분말	4.000	4.000	-
탈지 대두 분말	31.983	35.566	36.782
옥수수 분말	30.000	30.000	30.000
탈지 미강	18.333	9.763	11.423
유채박	-	5.000	8.000
무기염 혼합물	2.502	2.537	2.669
비타민 혼합물	0.224	0.219	0.235
콩기름	1.854	1.805	1.777
스테롤	0.194	0.200	0.204
아스코르빈산	1.000	1.000	1.000
구연산	4.000	4.000	3.000
컬러 기낭	5.000	5.000	4.000
방부제	0.910	0.910	0.910
합계	100.000	100.000	100.000
물 첨가량(중량)	250.000	240.000	220.000

호해지도록 육성이 진행되었다. 뽕잎분말이 들어가지 않는 인공 사료에 의한 선발을 통해 1985년경에는 식성을 큰 폭으로 넓힌 광식성 누에 품종으로서 실용화 시험을 실시할 수 있기까지 도달했다. 이것에 의해 인공 사료에 사용할 수 있는 소재의 선택폭이 넓어져, 선형 계획법으로 사료 설계에 이용하는 일도 가능해져, 1989년에는, 광식성 누에 품종용 사료가 개발되었다(표 I-6).

(3) 그 외의 곤충

전시 동물, 학습용 동물로서 나비류, 잠자리류, 수생곤충류, 애완용으로서 길러지는 곤충이 다수 있다. 그러한 기르는 방법이나 사료에 대해 쓰여진 책은 많지 않으나, 120종 이상의 사육법이 쓰여 있고 그 중에 꽤 많은 곤충의 인공 사료가 쓰여 지고 있으며 이러한 사료는 다음의 요건을 갖추어야 한다.

- (1) 영양적인 결함이 없는 것.
- (2) 발육 저해 인자를 가지지 않는 것.
- (3) 유인 인자를 가지며, 기피 인자를 가지지 않는 것.
- (4) 섭식 자극 인자를 가지며, 섭식 저해 인자를 가지지 않는 것.
- (5) 정착 인자를 가지며, 이동 촉진 인자를 가지지 않는 것.
- (6) 산란 자극 인자를 가지며, 산란 저해 인자를 갖지 않는 것.

이러한 곤충용 배합사료의 연간 소비량은, 전국에서 대략 15~20t정도라고 추측된다. ㉞

