

산업동물 ②

# 가금-2

집필 \_ Ishibashi,  
Teru 일본과학사료협회



번역 \_ 황보 중 박사  
축산과학원 영양생리과

실험동물로서의 조류인 메추리와 닭에 대해서는 사료학(10)에서 소개했다. 여기서, 지금까지 사료학으로 주요 대상 동물인 산업용 동물 중 가금류에 대해 기술하기로 한다.

### 3. 닭의 소화 생리

닭이 사료를 소화 흡수하고, 이용하는 소화 기능에 대해 개설한다. 닭은 단위동물로 분류되지만, 그 소화기는 사람이나 돼지 등의 단위동물로 분류되는 포유동물과는 여러 가지 점에서 다르다. 그 형태적인 특징으로서는 ①이빨

이 없고, ②소낭(crop)을 가지며, ③위가 선위(proventriculus)와 근위(gizzard)의 2부로 나누어져 있고, ④장관이 짧으며, ⑤2개로 나뉜 주머니 형태의 맹장(cecum)을 가지고, ⑥소화관의 말단에 위치해 노관과 함께 총배설강(cloaca)을 가지고 있다.

### 1) 구강

닭은 이빨이 없고, 식도 부근의 근육이 발달이 되어있지 않으므로, 사료를 부리로 쪼아 먹어 즉시 삼키므로, 구강 내에서의 소화는 이루어지지 않는다.



### 2) 소낭

섭취된 사료는 먼저, 조류 특유의 소화관인 소낭에 들어간다. 소낭은 식도의 일부가 확장되어 만들어진 얇은 막의 주머니이며, 점액선은 없고, 사료의 연화와 위로 넘어가는 양을 조절한다. 소낭내 저장 중에 사료와 함께 삼킨 미생물에 의해 전분의 일부가 분해되는 것 외에 소화 진행은 없다.

### 3) 위

닭의 위는 단위포유동물의 위저선부에 해당하는 선위와 위문부에 해당하는 근위로 나누어져 있고, 각각 다른 기능을 가지며, 포유동물의 위와 같은 작용을 나타낸다.

선위는 분비선을 가지지만, 조직적으로는 포유동물과 같은 주세포, 방세포, 부세포의 분화는 없고, 1종류의 세포로부터 염산, 펩시노젠, 무틴 등을 포함한 위액을 분비한다. 선위 내에서 사료는 아직 세세하게 부수어지지 않고, 통과시간이 짧고, 위액과 교반될 것도 없이, 근위로 이행하기 때문에 소화는 거의 진행되지 않는다.

근위는 잘 발달한 근층과 내면의 매우 강고한 각질막으로부터 만들어져, 사료와 위액의 혼합 교반·마쇄가 이루어지며, 위액에 의한 소화를

진행시킨다.

근위의 기능은 치아가 없는 닭에 있어서 저작에 의한 물리적 소화를 대체하는 것이라고도 생각된다. 또, 근위는 모래주머니라고도 불려 그 내부에는 작은 자갈을 포함하는 경우, 마쇄의 효율을 높인다고 한다. 그러나, 자갈이 물리적 소화를 높인다고 하는 효과는 복잡하고, 여러 가지 요인으로 영향을 받는다. 따라서, 닭에게 그리트( grit)를 급여 했다고 반드시 소화 기능이 향상된다고는 할 수 없다.

소나 돼지에서는 전립의 곡류를 급여 하는 경우, 완전하게 소화할 수 없고 분 중에 곡류의 알갱이가 배출될 걱정이 있지만, 닭에서는 근위에서의 교반·마쇄를 중심으로 한 조류 특유의 물리 소화 능력에 의해 완전하게 소화한다.

이것은, 소나 돼지에 비해 닭은 곡류의 소화 기능이 높은 것을 나타내 보이는 증거의 하나 일지도 모르다. 또, 닭에게 전립 곡류 등의 급여에 의한 소화관에 물리 자극이 근위의 발달을 촉진하고, 소화 기능을 향상시키는 경우가 있다.



#### 4) 장관

닭의 장관은 체장의 7배로 소 15~30배, 돼지 25배인 것과 비교하면 매우 짧다. 십이지장, 공장, 회장의 구분이 명백하지 않고, 통상은 십이지장 (duodenum)과 공장-회장(jejunum-ileum)의 2구분으로 또는, 메켈씨 게실 (Meckel's diverticulum ceci vitelli)의 전후를 편의적으로 소장 앞부분과 후부로 나눈다. 메켈씨 게실은 계배때 난황낭이 소화관내에 열려 있던 위치의 흔적이다. 소장 내면은 단층의 원주 표피로부터 되는 장용모에 덮이고, 소장 점막에는 리베르퀸선(Liebelkuhn's gland)만이 있고, 장액을 분비하고 있다. 장액내의 소화효소는 포유동물과 거의 같다. 소장내의 소화는 장액, 췌장으로부터 분비되는 췌액 및 간으로부터 분비되는 담즙에 의해 촉진된다.

#### 5) 대장

닭의 맹장은 소장-대장 결합부에 열리는 2개의 맹낭으로 이루어져있으며, 결장과 직장은 구별이 없이 결직장(rectum-colon)으로 되어있으며, 그 말단은 총배설강으로 연결된다. 맹장 점막의 장용모는 짧고, 맹낭내에는 미생물이 서식 하고 있으며, 조섬유의 분해나 비타민 합성 등이 이루어진다. 그러나, 사료의 대부분은 소장 말단까지 소화되고, 맹장 내에서 소화되는 부분은 매우 적고, 사료의 소화에서 맹장의 역할은 크지 않다. 결직장은 단지 수분의 흡수 정도로만 생각되고 있다. 또, 총배설강 내에서 변과 뇨가 함께 배출된다.

#### 4. 닭의 영양소 요구량

##### 1) 영양소 요구량의 특징

닭에 있어서의 영양소 요구량의 특징으로는 다음과 같다.

##### (1) 아르기닌(Arg)의 필수성

닭은 오르니틴 회로(요소 사이클을 가지지 않는다. 따라서, 요소 생성 시에 암모니아와 스트린으로부터 Arg을 합성하는 포유동물과는 달리, 닭에서 Arg는 필수 아미노산이다.

##### (2) 높은 글리신(Gly) 요구량

오르니틴 회로를 가지지 않는 닭은, 체내에서는 유독한 암모니아를 요소가 아닌 요산의 형태로 체외에 배출한다. 체내에서 요산 1분자를 생성하기 위해서 Gly 1분자가 소비된다. 따라서, 포유동물에 비해 닭에서는 Gly의 요구량이 많다. 특히, 요산의 생성이 왕성할 때나 Gly의 합성능이 낮은 유추의 시기는 Gly이 부족되기 쉽다.

##### (3) 필수 지방산

닭에 있어 리놀산은 필수 지방산이며, 리놀산이 결핍되면 닭의 성장이나 산란율이 저하한다. 또, 결핍에 의해 병에 대한 저항성이 저하하고, 종계에서는 수컷과 암컷에서도 번식 기능의 장애를 일으킨다.

##### (4) 비교적 높은 미네랄 요구량

특히, 산란계에서는 칼슘(Ca)과 인(P)의 요

구량이 다른 가축 혹은 다른 스테이지의 닭에 비해 높다.

(5) 비교적 높은 비타민 요구량

다른 가축에 비해 비타민 요구량이 비교적 높다. 그 이유의 하나로서, 전술한 것처럼, 맹장에 있어서의 미생물의 발효가 적고, 미생물 유래의 비타민 공급이 적기 때문이다.

(6) 적은 수분 요구량

수분은 영양소에는 포함되지 않지만, 생명의 유지나 활동에 필수적이다. 수분 요구량은 돼지에서는 하루에 필요로 하는 사료 건물량의 2~5배이며, 육우에서는 3.5~7배이다. 그러나, 산란계의 수분 요구량은 1.5배, 산란계의 병아리나 브로일러에서는 1.9배 정도로 적다.

2) 영양소 요구량

일본 사양표준 및 NRC의 영양소 요구량을 참조.

(1) 에너지

닭의 에너지 요구량은, 생물학적 이용 가능한 (bioavailable) 에너지로서 대사 에너지(ME)량으로 나타나고 있다. 닭은 분과 노를 총배설강으로 함께 배설하기 때문에, 총에너지(GE)로부터 분뇨 에너지를 공제한 에너지량인 ME는 비교적 측정하기 쉽다. 닭뿐만 아니라 모든 동물의 에너지 요구량은 유지와 생산을 위한 에너지 요구량으로부터 완성되어, 유지를 위한 에너지는 기초 대사와 체온유지 혹은 운동 등



을 위해 사용되는 에너지로 나뉘어 생각할 수 있다.

일본 사양표준 및 NRC에서도 산란계의 에너지 요구량을 추정하기 위한 유지, 계란생산 및 체중변화에 따른 관계식을 나타내고 있다.

일반적으로, 닭은 자유채식 조건하에서는, 그것째로 에너지 요구량을 채우도록 사료를 섭취한다고 한다. 따라서, 사료중의 다른 영양소는 에너지 함량에 대한 적당한 비율로 배합하는 것으로써, 닭이 스스로 채식량을 조정하고, 각 영양소의 요구량을 채운다고 생각할 수 있다. 그러나, 실제로는 에너지 요구량에 의해 정확하게 섭취량을 조절하지 못하고, 체지방 축적이 많아져 버린다.

(2) 단백질 및 아미노산

단백질은 여러가지 아미노산의 결합체이므로 단백질 요구량은 그것을 구성하는 아미노산의 요구량이라고 생각할 수 있다. 따라서, 닭이 체내에서 합성할 수 없는 필수 아미노산의 요구량이 제일 중요하게 된다. 그러나, 체내에서 단백질을 합성하는 경우, 필수 아미노산 뿐만이



아니라 일정량의 총아미노산량 즉, 단백질량을 필요로 하게 되므로, 단백질 요구량으로서 조 단백질(CP, 질소 함량×6.25) 요구량으로 나타내고 있다. 닭이 실제로 필요로 하는 단백질은 CP보다 생물학적인 이용성을 가미한 가소화 단백질이나 총아미노산 등으로 나타내는 것이 바람직하지만, CP는 측정이 매우 간편하다는 등의 편리성 측면에서 채용되고 있다.

또, 아미노산 요구량에 대해서도 생물학적 이용성을 가미한 유효 아미노산으로 나타내는 것이 바람직하지만, 유효 아미노산의 측정에는 매우 많은 노력이 필요하므로, 대부분의 아미노산 요구량을 단순한 아미노산으로 나타내고 있다.

일본 사양표준에서는 산란계의 리신(Lys), 함황아미노산(메티오닌(Met)+시스틴(Cys), 트레오닌(Thr) 요구량과 브로일러의 Lys, Thr 요구량은 유효 아미노산이 병기 되고 있다. 향후, 산란계 혹은 육용계에 있어서의 다양한 스테이지의 아미노산 요구량이 유효 아미노산으로 나타내는 것이 바람직하고, 사료학의 면에서 보면 여러 가지 가금에 대한 사료 원료에 포함되는 아미노산의 유효율이 중요해진다. 닭에 있어서의 여러 가지의 사료 원료의 주요 아미노산의 유효율이 일본 사양표준에 나타나 있다.

아미노산 요구량에 관련되는 요인의 하나로서, 아미노산의 상호관계가 있다. 아미노산 요구량 가운데, Met과 Cys 및 페닐알라닌(Phe)과 티로신(Tyr)은 합친 요구량으로서 나타나고 있다. 이것은, Met 및 Phe이 일부 체내에서 각

각 Cys 및 Tyr으로 전환해 이용되므로, 필수 아미노산인 Met 및 Phe의 요구량을 Cys 및 Tyr으로 일부 충당시킬 수 있기 때문이다. 이것을 필수 아미노산의 절약 작용이라고 한다.

한편, 닭에서는, Lys을 많이 섭취하면 신장 중의 아르기나아제(Arg 분해 효소) 활성을 높일 수 있어 Arg의 분해가 진행되어, Arg 요구량이 높아진다. 이러한 일을 Lys과 Arg의 길항 작용이라고 한다.

이 외, 길항작용의 관계가 있는 아미노산으로서 류신(Leu)-이소류신(Ile)-발린(Val), Arg-Gly-Met 등이 있다. 또, 저단백질 사료에 대해 복수의 부족하는 아미노산이 존재하는 경우, 2번째 이후의 부족 아미노산을 첨가하면, 1번째에 부족하는 아미노산의 부족의 정도가 한층 더 강조되는 일이 있다. 이러한 일을 아미노산 불균형(imbalance)라고 한다. 덧붙여서 특정의 아미노산이 부족한 경우는 언밸런스(unbalance)라고 한다.

전술한 것처럼, 근년의 브로일러는 해마다 커져, 조숙화 하고 있다. 오래된 계통과 새로운 계통에서는 유전적으로 크게 다른 것이라고 생각할 수 있다. 또, 최근, 구미에서는 비만이나 심질환 등의 문제로, 지방이 많은 다리살보다 지방의 적은 가슴살의 요구가 높아지고 있어 가슴살이 커지는 타입의 브로일러가 육종 선발되고 있다. 이러한 변화에 따라, 브로일러의 체 조성도 변화하고 있어, 가슴살을 구축하기 위해 필요한 아미노산 요구량도 변화해 오고 있을 것이라는 예측이 가능하다. 최근, 브로일러의 아미노산 요구량이 재검토되었다. 그결과,

대부분 일본 사양표준이나 NRC로 권장 되고 있는 아미노산 요구량으로 적절하다고 생각된다.

한편, 최근의 산란계에 있어서의 아미노산 요구량에 관한 연구에서는, 트립토판(Trp), Ile, Val나 Thr 요구량을 정밀하게 요구하는 검토가 진행되고 있다. 이것은, 현재의 양계 사료의 주류인 옥수수·콩깻묵 주체 사료에서 부족하기 쉬운 아미노산은 Met과 Lys이지만, 그러한 Met과 Lys은 합성 아미노산이 비교적 염가로 이용할 수 있으므로, 부족하기 쉬운 아미노산의 요구량을 정밀하게 아는 것이 중요하다고 생각한다.

### 3) 영양소 요구량 구하는 방법

영양소 요구량의 측정에는 요인에 의한 방법과 사양시험을 통한 방법이 있다. 요인에 의한 방법은 영양소 요구량을 몇 개의 요인으로 나누고, 각각의 요인 마다 필요한 영양소 요구량을 각각의 많은 시험으로부터 구하고 이 결과들을 감안해서 전체의 요구량을 구하는 방법이다. 전술한 에너지 요구량은 유지와 생산(산란 혹은 산육)으로 나누고, 에너지 요구량을 구

하는 것도 이 방법이다.

한편, 사료 중의 영양소 수준을 여러 가지로 변화시켜 실제 사양시험을 통해, 정상적인 발육이나 생산을 위한 영양소의 최소 필요량을 요구하는 것이 사양시험에 의한 방법이다. 따라서, 요인에 의한 방법에서는 매우 많은 데이터의 축적이 필요하므로, 모든 영양소 요구량에 대해 구할 수 있는 것은 아니다.

일본 사양표준에서는 산란계에 있어서의 에너지, CP 및 Ca 요구량에 대해서, NRC에서는 산란계의 에너지 요구량에 대해서 요인에 의한 방법으로 구할 수 있는 추정식을 나타내고 있다. 현재, 아미노산이나 비타민의 요구량에 대해서는 요인에 의한 방법으로 구하기에 충분한 데이터 축적이 없는 것이 현재의 상황이라 할 수 있다. ㉔

