

한국꿩과 육계의 복부지방 세포 특성에 관한 연구

방극승·김대진
동아대학교 농과대학
(1992. 2. 25 접수)

Adipocyte Cellularity of Abdominal Fat Pad in the Farmed Korean Ring-necked Pheasants and Broiler Chicken

K.S. Bang and D.J. Kim

College of Agriculture, Dong-A University, Pusan, 604-714, Korea

(Received Feb 25, 1992)

SUMMARY

Abdominal fat pad from farmed Korean ring-necked pheasants that had scanty fat depot was characterized in terms of adipocyte size as determined by free fat cells liberated by collagenase incubation. Similar parameters was also measured in the broiler chicken with similar body weight to those of pheasants. The adipocyte from pheasants was much smaller than that of broiler chicken. The results of this study suggested that the scanty development of abdominal fat pad in the pheasants appeared to be due to a smaller size of adipocyte.

I. 서론

지방의 과잉은 사람뿐만 아니라 동물에서도 여러 가지 의미로 중요시 되고 있다. 동물의 과잉 지방조직은 우유, 계란 등의 생산물을 저하할 뿐 아니라 가공처리 과정에서 여러 가지 문제를 야기하며 특히 소비자의 기호에 결정적인 문제성을 제기하고 있으며 근래 육류 소비 성향도 저지방 고단백질로 전환되어가고 있다.

지방의 축적이란 지방세포의 숫적증가(hyperplasia) 또는 지방세포 용적의 증가(hypertrophy)에 좌우된다. 지방세포에 대한 연구가 많이 진행되어 왔으나 최근에 와서 hyperplasia가 성장기의 지방축적에 관계하며 성숙기 이후는 세포수의 증가는 둔화되고 hypertrophy에 의하여 지방축적이 일어나고 있다는 것이 지배적이다(Hood와 Allen, 1973; Robey등, 1988; Robelin, 1985).

가금 특히 육계의 지방축적도 포유동물의 지방세포

와 같이 성장초기 4주령까지는 hyperplasia에 의하여 주로 지배되나 그 이후의 지방축적은 hypertrophy에 의하여 지배된다고 보고되고 있다(Cherry등, 1984; Ross, 1982).

가금의 지방세포는 포유동물의 지방세포와는 달리 glucose나 acetate로부터 세포 자체의 지방합성 능력은 극히 제한되어 있는 바 가금의 지방축적은 섭취사료의 지방 또는 energy함량에 크게 좌우되며 아울러 간장에서의 지방합성에 지배되고 있다. 따라서 가금의 지방축적은 섭취사료나 세포의 hyperplasia나 hypertrophy능력의 유전적 소질에 지배를 받는다는 보고가 있으며(Pfaff와 Austic, 1976; March와 Hansen, 1977; Ballam과 March, 1979), 이러한 세포유전능력을 이용하여 새로운 저지방 품종을 육종하고자 하는 연구도 진행되고 있다(Simon과 Leclercq, 1982; Hermier등, 1989).

최근에는 지방세포의 세포막 항체를 이용한 면역학적인 방법으로 지방세포 발생을 억제하고자 하는 실험

도 진행되고 있다(Lee등, 1986; Butterwith등, 1989).

근래 국내에서도 지방의 과잉에 대한 문제가 대두되면서 동물성 식품 섭취로 인한 지방섭취가 문제가 되고 있으나 국내에서는 저지방육 생산을 위한 연구가 부진하며 특히 지방세포에 대한 연구는 전혀 진행되지 않고 있다.

더욱이 근래 각종 특수 동물이 건강식품으로 주목되고 있으며 한국평도 저지방, 저 cholesterol의 건강식품으로 인식되면서 빠른 속도로 사육이 확대되고 있는바 농가의 소득과 새로운 동물자원으로서 과학적인 평가가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

특히 야생의 꿩을 가금화 함으로서 인한 사양방법과 사육환경의 개선으로 지방세포의 변화가 이루어진다면 저지방 고단백의 건강식품으로서는 재고하여야 할 것으로 사료된다.

따라서 본 실험은 육계의 지방세포와 꿩의 지방세포를 비교하여 저지방육으로서 평가를 하고 지방세포에 대한 기본적 자료를 제공하는데 있다.

II. 실험재료 및 방법

1. 공시동물

육계는 시판 육계사료로 자유급식에 의해서 사육한 육계로서 3주령부터 4주령 사이의 건강한(Arbor Acre) 암놈을 체중별로 4마리씩 택하였으며 한국평도 경남 거창군 일대의 농장에서 자가 부화하여 시판 육계사료로 사육중인 것으로서 13주령부터 18주령의 체중 600~1,000g 사이의 것을 비교적 동일한 체중별로 4마리씩 선택하여 9월 26일과 11월 22일에 사용하였다.

2. 지방조직

동물은 경추 절단(head dislocation)으로 방혈도살한 후 즉시 복부를 절개하여 근위로부터 기시하는 복부지방층만을 분리하여 무게를 측정된 후 육계는 1g 정도를 한국평은 복부 지방층이 극히 소량으로서 분리된 전량을 지방세포의 유리에 사용하였다. 하나의 동물로부터 채취한 조직은 2개의 subsample로 나누어 세포학적 실험에 이용하였다.

3. 지방세포 유리

채취한 조직(200~500mg)은 혼합 gas(95% O₂+5% CO₂)로 10분간 폭기한 후 pH 7.4로 조절한 Krebs's buffer(Sigma, K4002) 5ml로 3회 세척하였다. 세척한 지방조직으로부터 지방세포의 유리는 Girolamo방법(1971)에 따라 2% bovine serum albumin과 0.1% collagenase(Type 11, Sigma C6885) 첨가한 Krebs's buffer 10ml를 가한 후 Cryer등(1987)의 방법에 따라 42℃의 진탕 수조에서 1시간 진탕배양(20 strokes/min)하였다. 배양후 nylon mesh(0.15mm)로 여과하여 조직의 파편을 제거한 부유액을 Rodbell(1964)법에 따라 400g으로 1분간 원심분리하여 상등액을 회수한 후 38℃로 가온된 albumin 첨가한 Krebs's buffer로 3회 세척하였다. 세척한 상등액을 methylene blue로 5분간 염색하여 현미경으로 관찰하였다.

Micrometer를 부착한 현미경(100×)으로 하나의 부유액으로부터 약 200개의 세포를 slide 촬영하였고 촬영한 slide를 projector로 확대하여 크기를 μ 까지 정확하게 측정하였다.

세포의 용적(V)은 세포의 크기(D)로부터 Girolamo방법에 따라 계산하였다($V=\pi D^3/6$). 지방세포의 유리에 사용된 모든 기구는 지방세포막의 파괴를 방지하기 위하여 methyldichlorosilane를 이용하여 silicon coating을 하였다.

III. 결과 및 고찰

육계의 체지방은 복부지방량에 비례한다는 것은 잘 알려져 있다. 복부지방층은 Table 1에서 보는 것과 같이 육계에서는 상당한 양을 분리할 수 있었으며 체중 800g 이상에서는 생체중당 약 2%정도였다.

꿩에서는 복부지방층을 확인하기가 어려울 정도로 얇은 황색 지방띠의 상태로 근위 주변에 존재하고 있었으며 mg단위의 소량이었다. 秋葉(1989)은 비만계통의 육계에서는 체중의 약 2.8%가 복부지방이나 저지방 품종에서는 0.67%에 불과하다고 보고하였지만 꿩의 복부지방은 체중의 0.4~0.5%에 불과하여 극히 저지방동물이라는 것을 알 수 있었다.

복부지방층에서 유리한 지방세포의 직경에 따른 분

Table 1. Mean weight of abdominal fat pad of the broilers and Korean ring-necked pheasants.

BW(g)	Broiler		Pheasant		
	Fat pad		BW	Fat pad	
	Weight	Ratio to BW(%)		Weight	Ratio to BW(%)
600	8.5	1	600	0.4	0.06
800	16.7	2.0	850	0.5	0.05
900	17.5	1.9	—	—	—
1,100	21.3	2.0	1,050	0.6	0.05

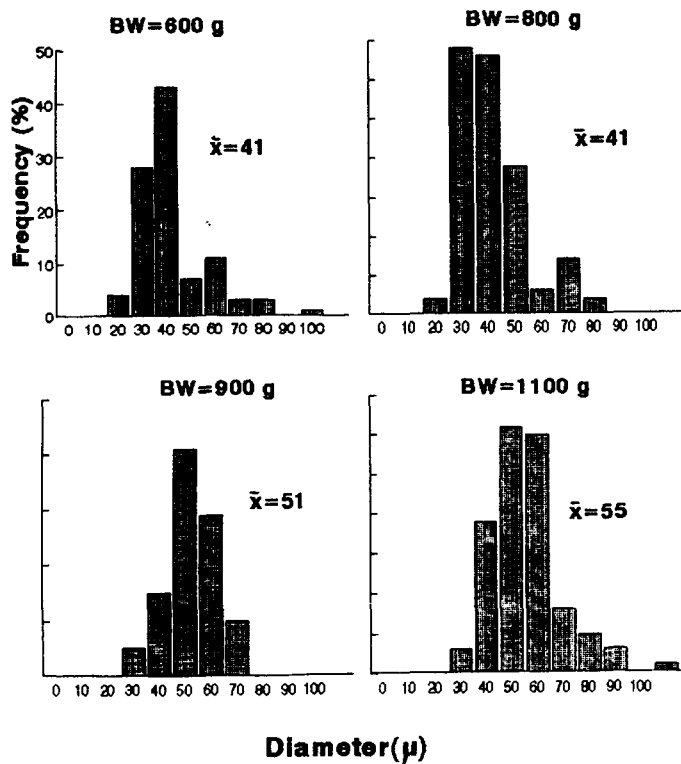


Fig. 1. Frequency distribution of adipocytes from the abdominal fat pad in the female broilers.

포도는 세포의 지방 저장능력 즉 비만형인가 저지방형인가를 알 수 있는 매우 흥미 있는 실험이다. 지방세포의 직경에 따른 분포도를 보면 체중 600g의 육계에서는 평균 $40.9 \pm 14.38 \mu$ 로서 800g과는 유의한 차이가 없었으나 900g을 넘는 개체에서는 뚜렷히 증가하여 평균 $50.9 \pm 16.40 \mu$ 로 크기가 증가하는 것을 볼 수 있었으며 최고치는 체중 1,050g의 육계에서 106μ 의 직

경을 가진 세포도 볼 수 있었다(Fig. 1).

한국평에서도 유사한 체중에 따른 증가를 볼 수 있었으나 전반적으로 육계에 비하면 월등히 적었으며 50μ 이상의 직경을 가진 지방세포는 극히 적어 체중 850g에서 최고 84μ 의 직경을 가진 세포를 볼 수 있었다(Fig. 2).

지방세포의 직경은 성장함에 따라 증가한다는 보고

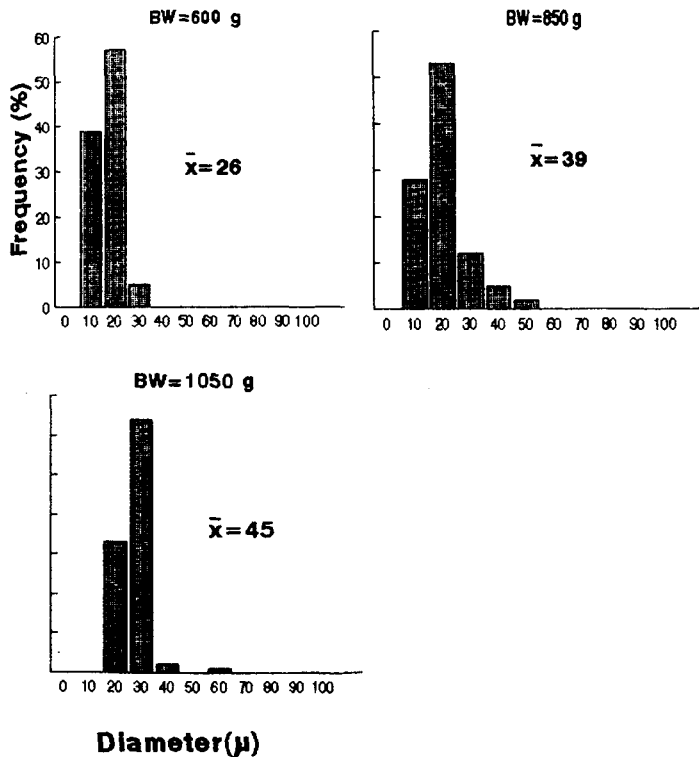


Fig. 2. Frequency distribution of adipocytes from the abdominal fat pad in the Korean ring-necked pheasants.

는 많으나 가금의 지방세포에 대한 연구는 주로 성계 위주로 되어 있으며 사양방법, 품종, 연령, 성별 등에 큰 영향을 받으므로 직접적인 비교는 어려우나 본 실험의 결과는 Cherry등(1984)이 14~21일령의 실용육계 숫놈에서 지방세포 직경은 40 μ 정도라고 보고한 것 보다는 다소 큰 경향이였다.

Simon과 Leclercq(1982)는 암놈과 숫놈의 지방세포를 비교하면 9주령 이상에서는 암놈이 큰 직경을 가지나 4주령 이하에서는 차이가 없는 것으로 보고하였던 바 본 실험에서 본 40~50 μ 의 크기는 아마도 계통의 차이에서 아닌가 사료된다. Hermier등(1989)은 2주령의 육계 숫놈에서 저지방형은 30 \pm 3.6 μ 며 고지방형은 41 \pm 8.5 μ 이라고 보고한 것을 보면 본 실험에 이용한 육계는 비교적 고지방형이거나 아니면 energy사료의 과잉섭취에 기인한 것으로 생각된다.

한국평의 지방세포 직경에 대한 보고는 전혀 없으나

Hood(1984)가 보고한 가금의 지방세포 직경 30~150 μ 의 범위에는 속한다고는 볼 수 있다. 사료의 과잉섭취 특히 지방과 같은 energy사료의 과잉이 지방세포의 직경과 용적에 영향을 줄 수 있다고 하였던 바(Pfaff과 Austic, 1976; March와 Hansen, 1977; Ballam과 March, 1979) 한국평이 저지방 또는 energy사료의 부족으로 인하여 지방세포가 적다고도 생각할 수도 있겠으나 본 실험에 사용한 평은 농장사육 평으로서 육계사료를 자유 급여한 곳에서 선별한 것이며 또한 체중이 비교적 무겁고 16주령 이상의 성숙한 놈에서도 육계와 같이 큰 직경의 세포를 볼 수 없었던 바 평의 지방세포는 아주 작은 직경의 세포로서 분명히 저지방형의 가금인 것 같다.

지방세포는 전형적인 구형세포로서(Photo. 1) triacylglycerol은 거대한 물방울 형태로 존재하며 저장된 지방방울(lipid droplet)은 세포를 구성하는 다른

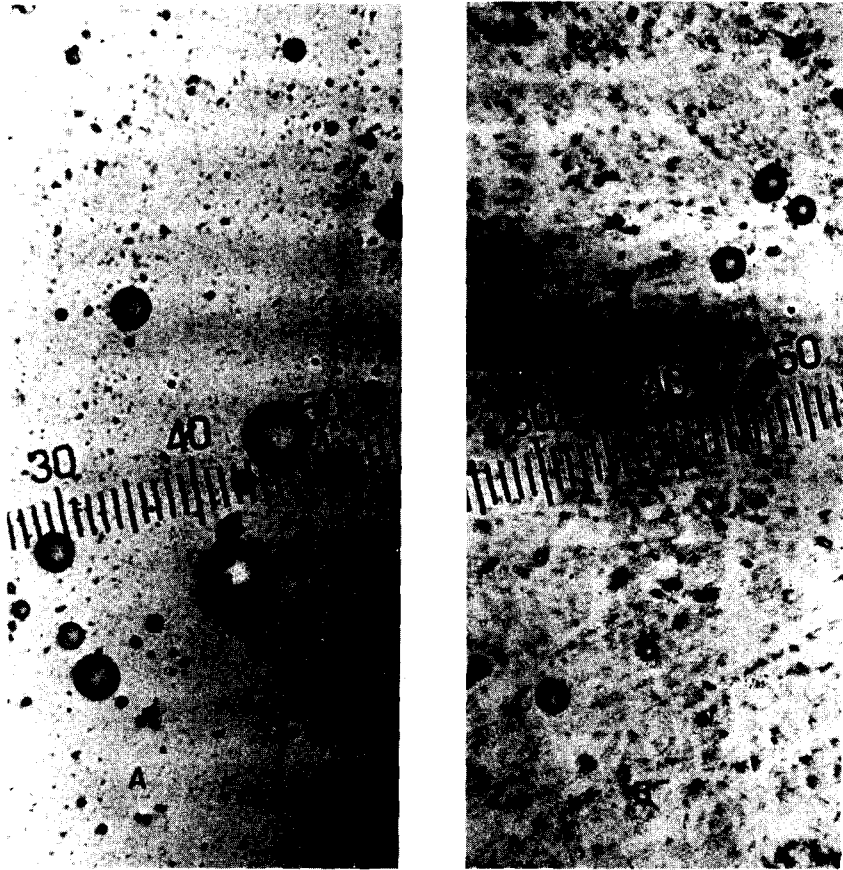


Photo 1. Floating free adipocytes from the abdominal fat pad of the female broiler (A) and farmed Korean ring-neck pheasant (B) are aligned on the caliper scale ($\times 100$).

기관들을 세포막 주변으로 밀쳐 마치 세포에는 지방구만이 존재하는 것과 같은 모양이다. 특히 가금의 지방세포의 기관들은 다른 동물의 지방세포에 비하면 상대적으로 간단하다는 것은 가금의 지방세포는 지방생성기능이 거의 없고 지방저장기능이 주 기능이라는 것을 말한다고 볼 수 있다.

비슷한 체중의 육계와 꿩의 지방세포 용적의 분포도는 Fig. 3과 4에서 보는 것과 같이 꿩 세포의 용적이 월등히 적었다. 따라서 세포용적이 큰 경우는 저장기능이 더욱 크다고 할 수 있는 바 꿩은 지방저장능력이 육계에 비하면 극히 저조하다고 볼 수 있다.

본 실험에 이용한 꿩은 13주령 이상의 것으로서 동일 연령의 육계에서는 약 500 pl (Hood, 1984) 또는

500~800 pl (Merkley와 Cartwright, 1989) 정도로 성장되어야 한다고 보고하였으나 본 실험에서는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 대부분 60 pl 이하였으며 최고치도 314 pl에 불과하여 지방의 저장능력이 극히 낮은 저지방육을 생산하는 가금으로 확인되었으며 한국꿩의 저지방은 사료의 섭취부족 즉 영양문제에 의한 것이 아니고 지방세포의 지방저장능력의 한계에 기인한 즉 품종 고유의 능력에 기인한다고 할 수 있다. 따라서 저지방의 고급 식품을 생산할 수 있는 품종으로 장려될 만하다고 사료된다.

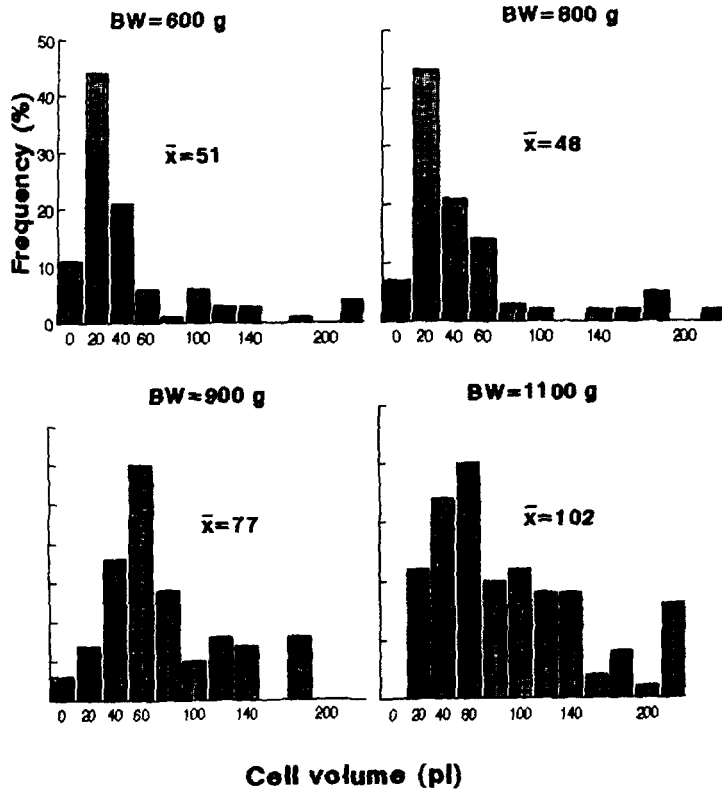


Fig. 3. Frequency distribution of adipocyte volumes from the abdominal fat pad in the female broilers.

IV. 요약

한국평과 육계의 지방세포에 대한 세포학적 비교를 하였던바 평의 지방세포의 직경은 평균 $25\sim 45\mu$ 로서 비교적 같은 체중의 육계의 $40\sim 55\mu$ 에 비하여 월등히 적었으며 세포용적은 육계의 $48\sim 101\text{pl}$ 에 비하여 불과 $10\sim 75\text{pl}$ 로 지방 저장능력이 아주 낮은 것으로 확인 되었으며 따라서 극히 소량의 복부 지방층은 지방세포의 작은 직경에 기인하는 것으로 사료된다.

V. 인용문헌

1. Butterwith, S.C., S. Kestin, H.D. Griffin and D.J. Flint. Cytotoxic antibodies to

chicken adipocytes and their precursors : Lack of tissue specificity. *British Poultry Science*. 30:371-78

2. Cherry, J.A., W.J. Swartworth and P.B. Siegel. 1984. Adipose cellularity studies in commercial broiler chicks. *Poultry Science*. 63:97-108

3. Hermier, D., A. Quignard-Boulance, I. Dugail, G. Guy, M.R. Salichon, L. Brigant, B. Ardouin and B. Leclercq. 1989. Evidence of enhanced storage capacity in adipose tissue of genetically fat chickens. *J. Nutr.* 119:1369-1375

4. Hood, R. 1982. The cellular basis for growth of the abdominal fat pad in broiler-type

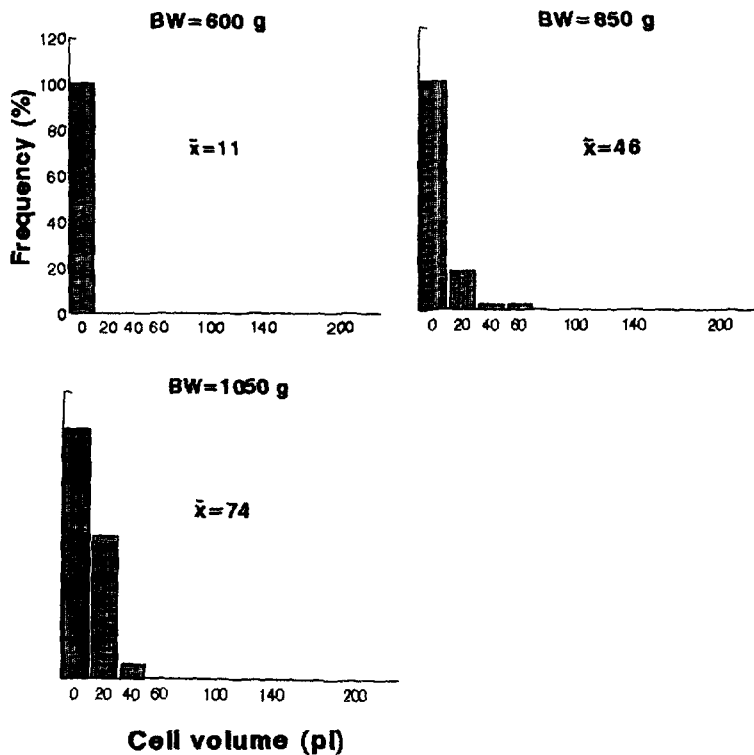


Fig. 4. Frequency distribution of adipocyte volumes from the abdominal fat pad in the Korean ring-necked pheasants.

- chickens. *Poultry Science*. 61:117-121.
5. Hood, R. 1984. Cellular and biochemical aspects of fat deposition in the broiler chicken. *World's Poultry Science J.* 40:160-169.
 6. Hood, R.L. and C.E. Allen. 1973. Cellularity of bovine adipose tissue. *J. Lipid Res.* 14:605-610.
 7. Lee, S.R., R.K. Tume, J. Cryer, and A. Cryer. 1986. Studies on the expression of adipocyte-specific cell surface antigens during the differentiation of adipocyte precursor cells *in vitro*. *J. Development Physiology.* 8:207-226.
 8. March, B.E. and G. Hansen, 1977. Lipid accumulation and cell multiplication in adipose bodies in White Leghorns and broiler-type chicks. *Poultry Science*. 56:886-889.
 9. Merkley, J.W. and A.L. Cartwright. 1989. Adipose tissue deposition and cellularity in cimaterol-treated female broilers. *Poultry Science*. 68:762-770.
 10. Pfaff, F.E. Jr. and R.E. Austic. 1976. Influence of diet on development of abdominal fat pad on the pullet. *J. Nutr.* 106:443-448.
 11. Robelin, J. 1985. Cellularite des differents depots adipeux des bovins en croissance. *Reprod. Neutr. Develop.* 25(1B):211-214.
 12. Robey, W.W., J.A. Cherry, P.B. Siegel and H.P. Krey. 1988. Hyperplastic response of adipose tissue to caloric overconsumption in sexually mature chickens. *Poultry Sci.*

67:800-808.

13. Simon, J. and B. Leclercq. 1982. Longitudinal study of adiposity in chickens selected for high or low abdominal fat content : Further evidence of a glucose-insulin imbalance in the fat line. *J. Nutr.* 112:1961-1973.
14. 秋葉征夫. 1990. 鶏肉品質に関する諸問題. *畜産の研究* 44(6):751-758.