

추출시간에 따른 돼지 족(足)의 지방산과 칼슘·마그네슘 함량 변화에 관한 연구

식품영양과 이 미 경
전임강사
보건행정과 노 기 환
전임강사

I. 서 론

돼지고기가 식품으로 이용되기 시작한 것은 오랜 역사를 지니고 있으며^{1,2)} 우리나라에서는 삼한시대부터 식용된 것으로 알려져왔다.³⁾

돼지고기의 약리학적 및 영양학적 성분에 대해서는 지금까지 여러 측면에서의 연구⁴⁻⁸⁾가 있다. 즉 탄광 노동자들의 규폐증(矽肺症) 예방, 중금속 중독, 분진(粉塵), 농약등의 제독에 효과가 있다고 알려져 왔고⁹⁾ 또 돼지 무릎뼈나 족(足) 등은 전통적으로 임신부·수유부 등에게 많이 이용되었다.¹⁰⁾ 특히 돼지고기의 영양학적 가치는 머리,¹¹⁾ 귀,¹²⁾ 무릎뼈,¹³⁾ 돼지뼈,¹⁴⁾ 다리,^{11,15)} 꼬리^{11,15)} 등 부위별로 다양한 연구가 있으며 그 중에서도 족(足)은 산모의 유즙분비 장애시에 그것을 복용하므로써 최유(催乳)작용²⁾을 한다고 알려져왔다.

그러므로 본 연구에서는 돼지 족(足)과 족의 뼈만을 분리하여 추출시간과 추출조건에 따른 지방산과 칼슘, 마그네슘을 정량분석하고 그 추출정도를 비교하였기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

재료는 1988년 8월 11일 광주시 양산동 도축장에서 Fig.1과 같은 족(足, 각각 무게 $400 \pm 20g \cdot 4$ 개)을 구입하여 털을 제거한 후 증류수로 깨끗이 씻어 사용하였다.

생시료(S_R)는 돼지 족육(足肉)을 잘게 잘라 $-40^{\circ}C$ 에서 급냉하여 진공동결(Bench Top Freeze Dryer Model Top.3)시켜 폴리에틸렌 겹주머니에 넣어 냉동실에 보관하여 두고 실험하였다.

추출액 시료는 족(足) 4개 중 2개를 적당한 크기(1조각 $20 \sim 30g$)로 절단하고 증류수

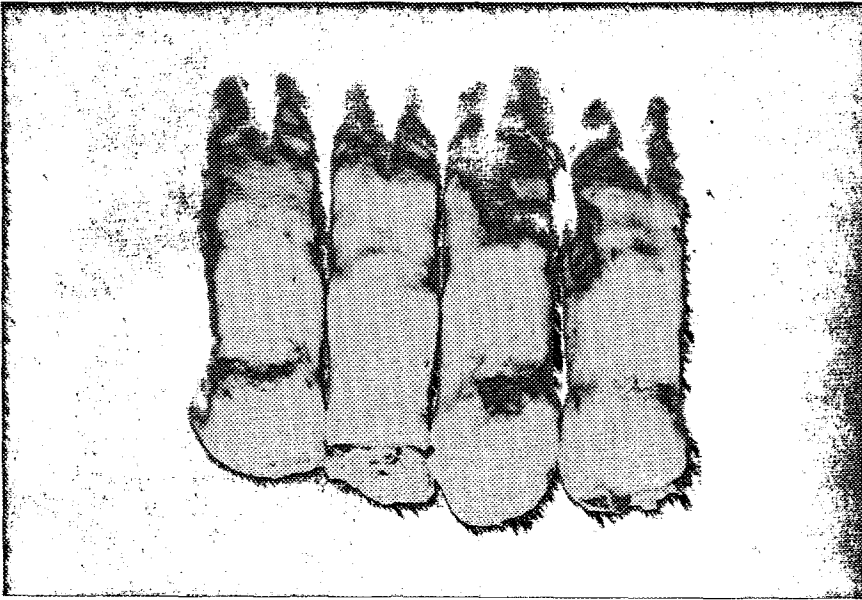


Fig.1. Pig's - shank

500 ml를 각각 첨가하여 환류 냉각기를 장치한 수욕상에서 용기 내부 온도를 $99 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 일정하게 유지하면서 8시간 (以下 S_{E1}), 12시간 (以下 S_{E2}) 추출하였고, 나머지 2개는 살을 제거하고 뼈만을 준비하여 증류수 500 ml를 각각 첨가한 후 같은 방법으로 8시간 (以下 S_{B1}), 12시간 (以下 S_{B2}) 가열 추출한 다음 S_{E1} , S_{E2} , S_{B1} , S_{B2} 를 각각 30 ml 되도록 감압 농축시켜 냉장고에 보관하면서 시료로 하였다.

2. 실험방법

1) 지방산 분석

지방은 Bligh와 Dyer 법¹⁶⁾에 의하여 추출하고 알칼리 촉매를 사용하며 transmethylation시켰다. 즉 시료 1 ml를 취하여 benzene에 녹여서 0.5N NaOCH₃의 무수메탄올 2 ml를 가하고 10분간 반응시켰다. 방냉시킨 후 0.1 ml acetic acid와 5 ml의 물을 첨가하고 n-hexane 5 ml를 가한 다음 지방산의 에스테르만을 분리 추출하였으며 gas chromatography에 5 μl 를 주입하여 분석하였다.

분리된 각 지방산 peak 동정은 기수 지방산 표준품 (Gaschro Industrial Ltd.; Japan) 및 우수지방산 표준품 (Sigma Chemical Co.; U.S.A)의 retention time과 비교하여 행하였고, 지방산 정량은 gas chromatography에 의해서 분리된 각 peak 면적에 대한 각 면적 비율 (%)로서 구하였으며 Integrator (Yanaco System 1100)로 계산하였다.

지방산의 분석 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Gas Chromatograph operating condition for fatty acid.

Instrument	Yanaco G-180
Detector	Elame Ionization Detector (FID)
Column	3 m × 4 mm Stainless steel 15% diethyleneglycol Succinate on Chromosorb. W.
Injector / Detector Temp.	190°C
Oven Temp.	250°C
Carrier gas	N ₂
Flow rate	45ml / min.
Chart speed	5mm / min.
Injection volume	5 μl

2) 칼슘·마그네슘의 정량

칼슘·마그네슘은 chelate 법¹⁷⁾에 의하여 정량하였다.

즉 농축물 시료 4개와 추출후 남은 뼈를 electric oven (105°C±1)에서 약 3시간 건조시켜 분쇄한 것을 뼈시료로 하였다. 각 시료 1g씩을 칭량하여 beaker에 넣어 6N HCl 50 ml를 첨가 waterbath 상에서 추출하고 30% NaOH로 중화시켜 여과한 다음 총용량을 100 ml로 하고 buffer solution (pH 7.5~7.8) 1ml, E.B.T 지시약을 가하였으며 0.01 M (f = 0.9091) EDTA로 적정하였다. 단, 마그네슘 정량은 방해물질 은폐제로 KCN을 첨가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 지방산 조성

족육(足肉)의 생시료와 추출액 일정량을 gas chromatography로 분석한 지방산의 chromatogram은 Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7이며 그 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이 추출시간에 따른 돼지 족(足)의 지방산 조성은 큰 차이는 없었다. S_R에서는 7종의 지방산(C_{14:0}, C_{16:1}, C_{17:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}, C_{22:6})이 검출되었는데 C_{16:0}, C_{18:0} 등이 나타나지 않았으며, S_{B1}에서는 8종의 지방산(C_{14:0}, C_{16:1}, C_{17:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}, C_{22:6})이 검출되었으나 C_{16:0}은 나타나지 않았다. 한편 S_{E2}에서는 9종의 지방산(C_{14:0}, C_{16:0}, C_{16:1}, C_{17:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}, C_{22:6})이 검출되었다. 여기서 기수·탄소를 가진 C_{17:0}, C_{18:2}는 추출시간이 오래될수록 감소되었고, C_{18:3}만 추출시간이 오래될수록 증가되었음을 보여주었다.

또한 S_{B1}에서는 7종의 지방산이 검출되었고 지방산 조성 상태가 S_R의 것과 비슷하였다. S_{B2}에서는 8종의 지방산이 검출되었는데 C_{22:6}이 검출되지 않았다. S_{B1}과 S_{B2}에서 보면

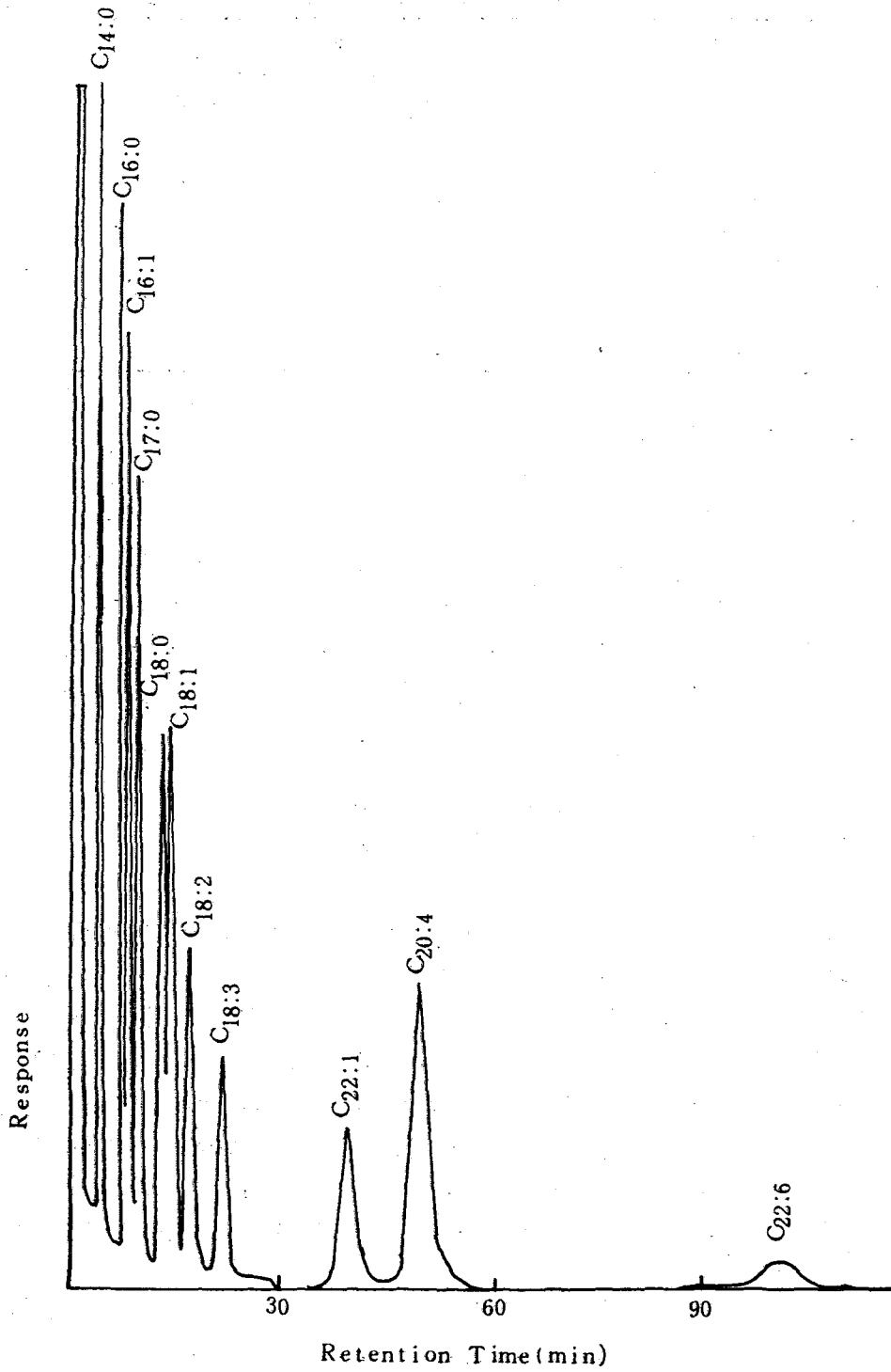


Fig.2. Gas chromatogram of the standard fatty acids.

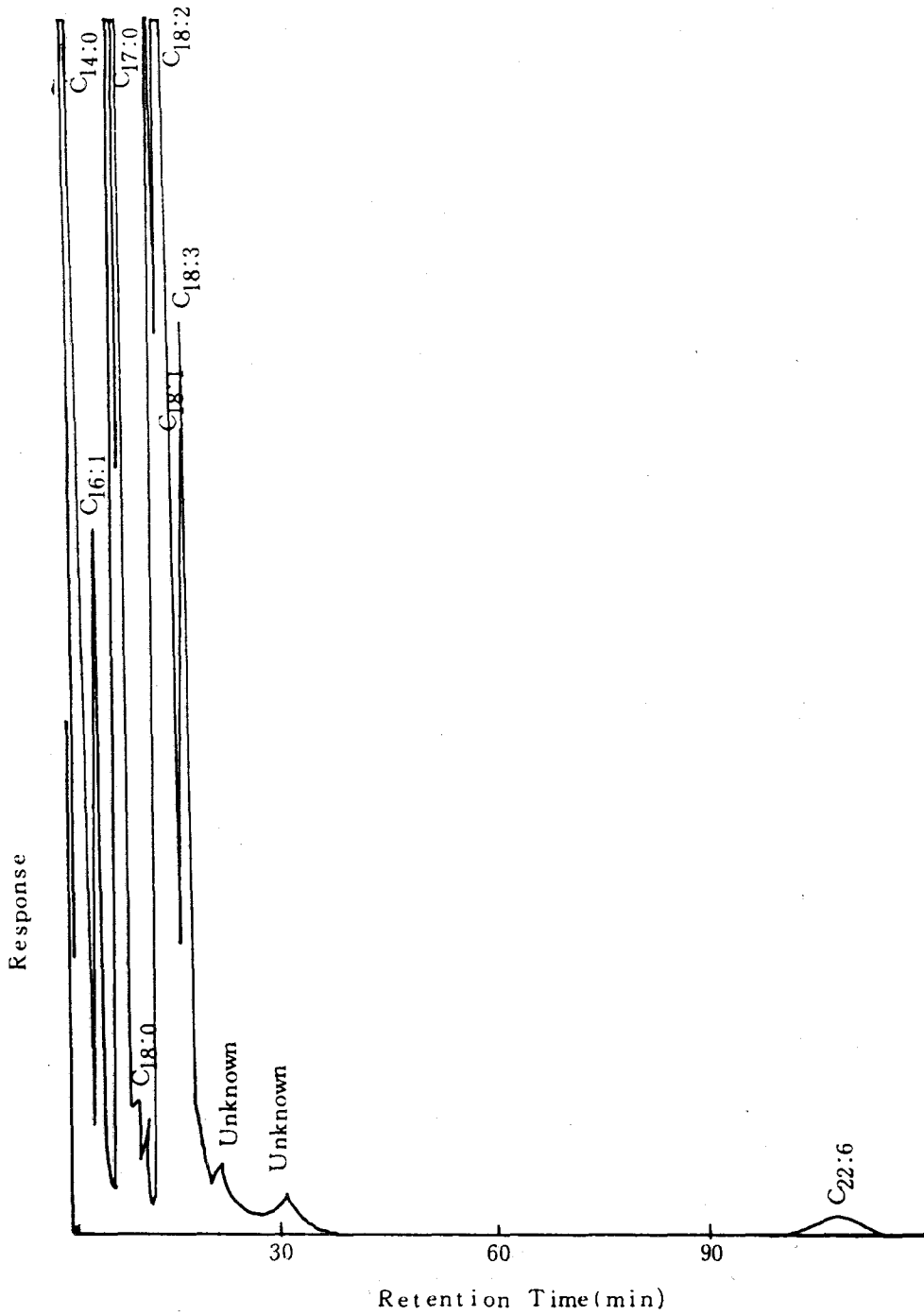


Fig.3. Gas chromatogram of the raw material of pig-shank (S_R).

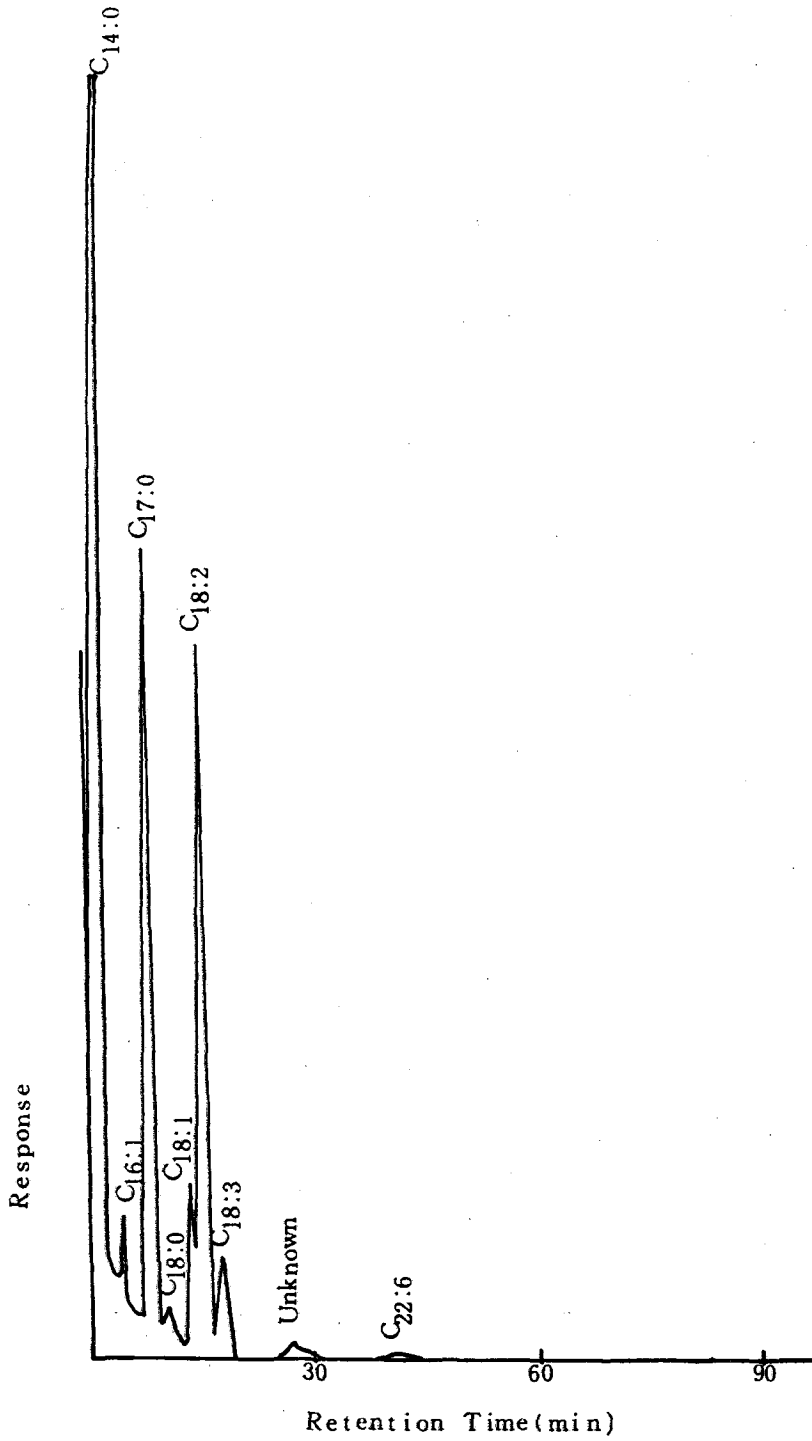


Fig.4. Gas chromatogram of 8 hours water extracted pig-shank (S_{E1}).

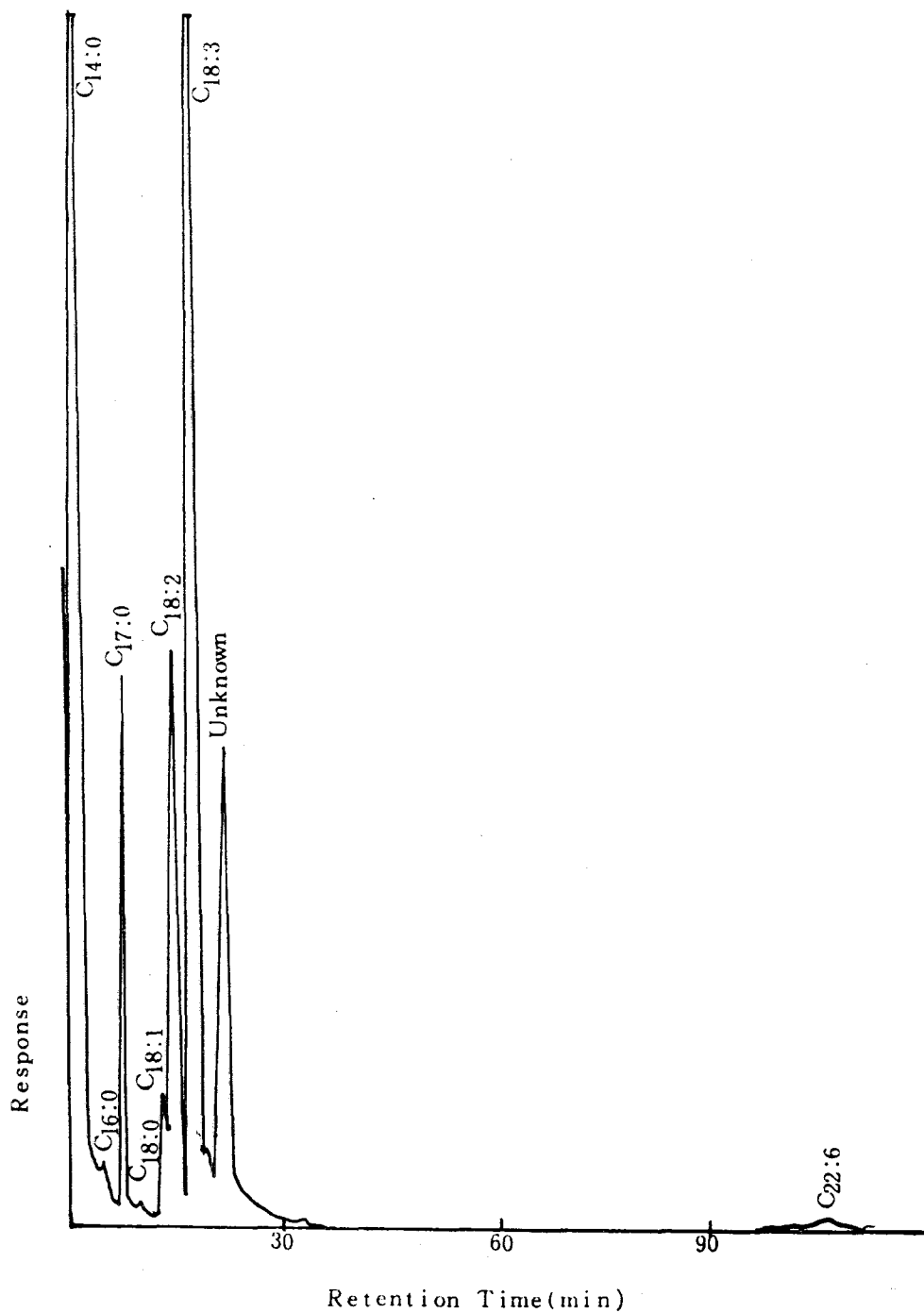


Fig.5. Gas chromatogram of 12 hours water extracted pig-shank (S_{E2}).

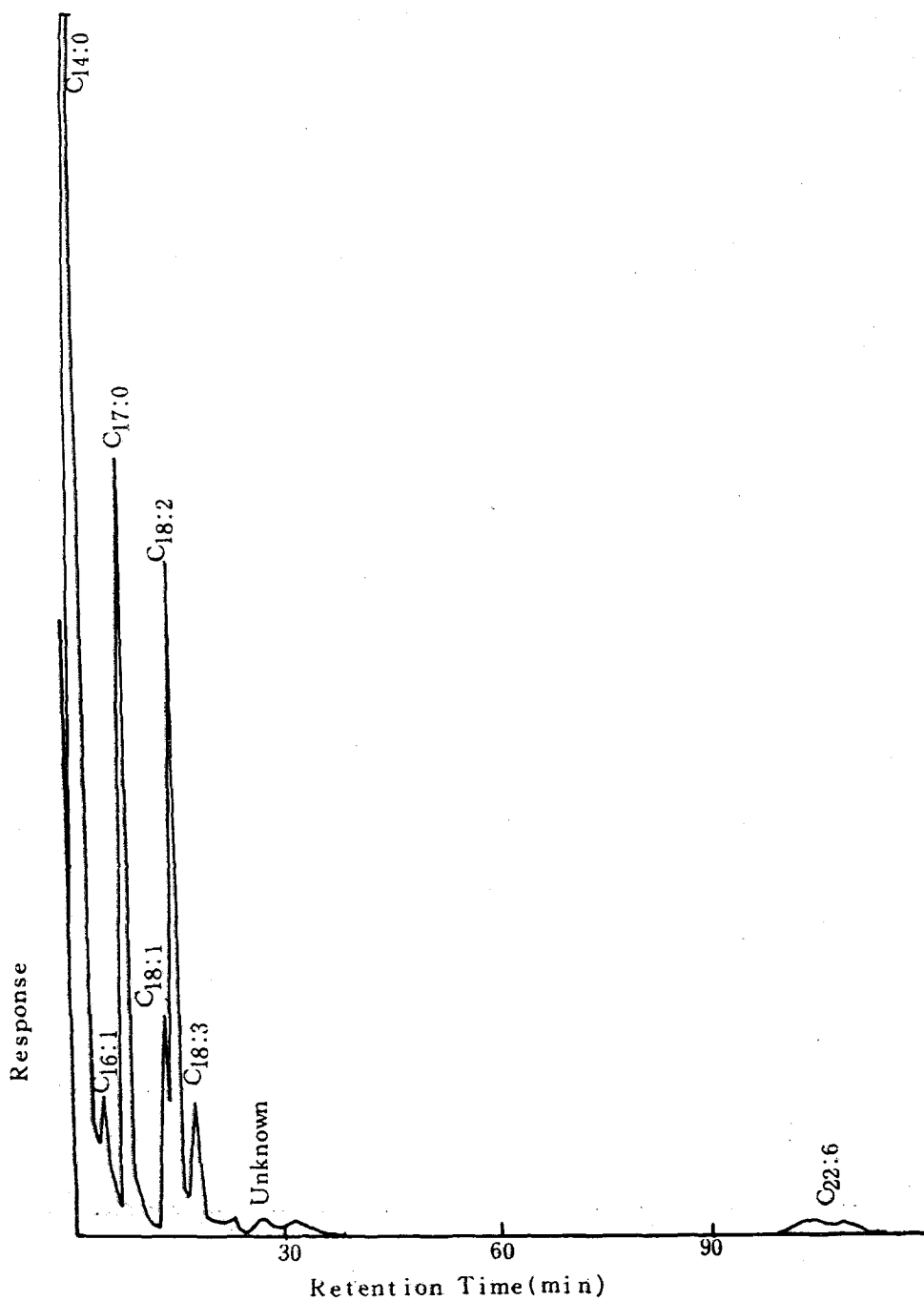


Fig. 6. Gas chromatogram of 8 hours water extracted pig-shank-bone (S_{B1}).

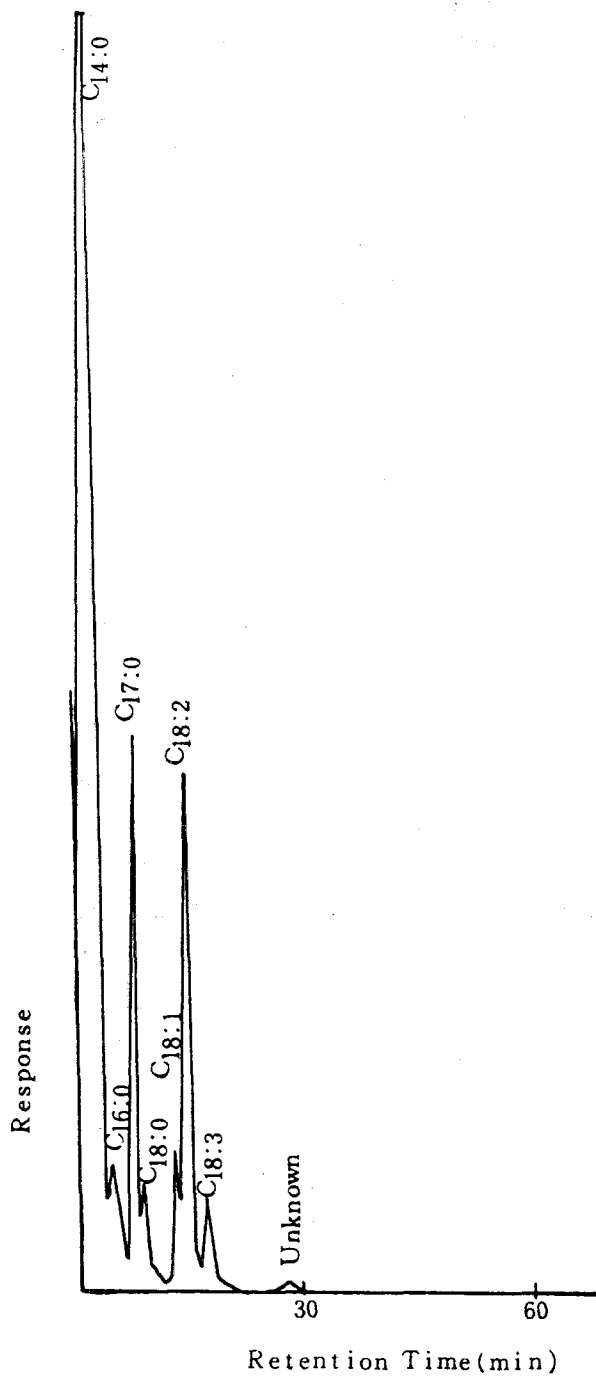


Fig. 7. Gas chromatogram of 12 hours water extracted pig-shank-bone (S_{B2}).

Table 2. Composition of fatty acid in the water extract of pig-shank, pig-shank-bone and the raw material.

Samples, extraction time (hrs)		S _R	S _{E1} (8)	S _{E2} (12)	S _{B1} (8)	S _{B2} (12)
Fatty acids						
	C _{14:0}	41.19	72.10	58.91	72.61	81.93
	C _{16:0}	—	—	1.39	—	1.33
	C _{16:1}	1.59	1.05	1.39	1.30	1.00
	C _{17:0}	11.44	8.23	3.49	9.42	4.17
	C _{18:0}	—	1.22	1.03	—	1.02
	C _{18:1}	10.10	2.35	2.49	3.04	2.09
	C _{18:2}	25.47	8.07	5.58	6.24	5.05
	C _{18:3}	6.24	3.40	17.24	3.18	3.00
	C _{22:6}	1.51	1.40	1.50	2.11	—
	Unknown	2.43	2.18	6.98	2.10	1.50
Saturated	F.A	52.63	81.55	64.82	82.03	88.45
Monounsaturated	F.A	11.69	3.40	3.88	4.34	3.09
Polyunsaturated	F.A	33.22	12.87	24.32	11.53	8.05
	p/s ratio	0.63	0.15	0.38	0.14	0.09

* S_R ; The raw material.

S_{E1}, S_{E2} ; 8,12 hours water extract of pig-shank.

S_{B1}, S_{B2} ; 8,12 hours water extract of pig-shank-bone.

C_{14:0} 은 추출시간이 오래될수록 증가되었으나 C_{16:1}, C_{17:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3} 등은 추출시간이 오래되면 감소됨을 보여주었다.

P/S ratio 는 S_R, S_{E1}, S_{E2}, S_{B1}, S_{B2} 에서 각각 0.63, 0.15, 0.38, 0.14, 0.09 를 보여 포화지방산이 상대적으로 상당량 증가되었다. monounsaturated fatty acid 는 추출시간이 오래될수록 감소되었으며, polyunsaturated fatty acid 는 S_{E2} 만이 증가되었고, S_{B2} 는 감소되었다. C_{18:3} 은 S_{E2} 에서만 S_R 의 6.24% 에 비하여 17.24% (276% 증가) 로 높은 함량을 나타낸 것은 특기 할만하다.

조리한 돼지고기 중 linoleic acid 가 조리전보다 증가하였다고 Compbell 과 Turkiki¹⁰⁾ 는 보고한 바 있으며 조리과정에 관계없이 oleic acid, linoleic acid 함량이 조리전보다 증가하였다는 보고는 Janicki¹⁰⁾ 등이 하였다. 그러나 본 실험에서는 linoleic acid 가 추출시간이 길수록 감소되었다. 이는 시료, 조리조건, 추출시간등의 차이에서 오는 것으로 사료되나 C_{14:0} 은 증가되었다. 같은 추출조건이지만 시료가 다른 경우(S_{E1} 과 S_{B1}) 에 C_{17:0} 와 C_{22:6} 만이 증가되었으며, S_{E2} 와 S_{B2} 에 있어서는 C_{14:0}, C_{17:0} 는 증가되었고, 다른 지방산은 감소되었다. C_{18:3} 만이 큰 차이가 있었다.

2. 칼슘·마그네슘의 함량

Chelate 법에 의하여 칼슘·마그네슘의 함량을 조사한 결과는 Table 3 과 같다.

Table 3. The content of Ca^{2+} and Mg^{2+} in the water extract of pig-shank and pig-shank-bone.

Sample, extraction time (hrs) mineral	(mg %)								
	S_R	S_{E1} (8)	S_{E2} (12)	S_{B1} (8)	S_{B2} (12)	T_{E1} (8)	T_{E2} (12)	T_{B1} (8)	T_{B2} (12)
Ca^{2+}	124.7	408.3	360.0	368.2	248.7	2115.0	613.5	1032.0	2355.0
Mg^{2+}	138.4	121.7	100.8	71.2	71.0	343.8	476.1	394.0	1224.7

* S_R ; The raw material.

S_{E1}, S_{E2} ; 8,12 hours water extract of pig-shank.

S_{B1}, S_{B2} ; 8,12 hours water extract of pig-shank-bone.

T_{E1}, T_{E2} ; 8,12 hours water extracted bone powder.

T_{B1}, T_{B2}

Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 추출시간에 따른 족(足)의 칼슘·마그네슘의 함량은 S_R 에서 124.7mg%, 138.4mg% 이었는데, 추출액에서는 S_{B1}, S_{B2} 의 408.3mg%, 368.2mg%보다 S_{E2}, S_{B2} 에서 360.0mg% (113% 감소), 248.7mg% (148% 감소)으로 추출시간이 오래될수록 함량이 감소되었다.

분쇄한 뼈시료는 추출액보다 칼슘의 경우 200~950%, 마그네슘의 경우 300~1,240%의 함량 차이를 보였는데 아직도 많은 양이 잔존하고 있을 것으로 사료된다.

또한 지방산 함량과 비교하여 볼 때 S_{E1}, S_{E2} 에서는 시간이 오래될수록 saturated fatty acid와 monounsaturated fatty acid는 감소되었고, polyunsaturated fatty acid만이 증가하였으나 칼슘과 마그네슘의 함량은 모두 감소(113% 감소, 121% 감소)되었다.

S_{B1}, S_{B2} 에서는 시간이 오래될수록 monounsaturated fatty acid, polyunsaturated fatty acid는 감소되었고 칼슘과 마그네슘의 함량은 감소(148% 감소, 100% 감소)되었다. 반면 T_{E1}, T_{E2} 는 칼슘의 경우는 감소(345%)되었고, 마그네슘의 경우는 증가(138%)하였다. T_{B1}, T_{B2} 에서는 모두 증가(228%, 311%)하였다.

결 론

추출시간에 따른 돼지 족(足)의 지방산과 칼슘·마그네슘의 함량 변화에 관하여 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Gas chromatography에 의한 분석 결과 추출시간에 따른 지방산은 9종이 확인되었으며 조성에는 큰 차이가 없었다.

$C_{14:0}$ 을 제외하고는 생시료보다 추출액에서 감소되었으며 linolenic acid만이 족을 12시간 추출하였을때 276%가 증가하였다.

그러나 monounsaturated fatty acid의 함량은 추출시간에 의해 30% 감소하였고 poly-

unsaturated fatty acid의 함량도 감소하였다. 그러므로 p/s ratio는 추출시간에 의해 모두 감소되었다.

2. Cheilate법으로 정량한 칼슘과 마그네슘의 함량은 칼슘의 경우, 생시료 124.7mg% 보다 추출액과 분쇄한 뼈시료에서 증가하였다. 마그네슘의 경우, 생시료 138.4mg% 보다 추출액에서 감소되었고, 분쇄한 뼈시료에서는 증가하였다. 또한 칼슘과 마그네슘의 함량은 각각 S_{E1} 과 T_{E2} 에서 가장 많았다.

참 고 문 헌

1. 이상인 ; 식품과 영양, 4 (3), 49 (1983)
2. 이서진 ; 본초강목, 고문사, 서울, 1487 (1983)
3. 강연희, 박영일, 이철승, 이영철외 5인 ; 豚, 향문사, 서울, 13 (1975)
4. 농촌진흥청 ; 식품분석표, 48 (1986)
5. 한석현 ; 국민영양, 2, 36 (1983)
6. 한석현 ; 국민영양, 3, 34 (1983)
7. 우경자 ; 식생활, 12, 110 (1987)
8. 문범수, 이갑상 ; 식품재료학, 수학사, 서울, 164 (1979)
9. 한석현 ; 국민영양, 4, 38 (1983)
10. 華亭閣 ; 동의보감, 上海廣益書局, 1, 16 (1980)
11. 류병호, 김희숙 ; 한국영양식량학회지, 13 (2), 149 (1984)
12. Vaughn, M.W., Wallace, D.P. and Forster, B.D.; *J. Food Sci.*, 44, 1440 (1979)
13. 조경옥 ; 돼지무릎뼈 추출액중의 영양성분에 관한 연구, 숙명여대대학원 석사학위논문 (1984)
14. 原登志子 ; 일본영양학회지, 9 (2), 1 (1950)
15. Vaughn, M.W., Wallace, D.P. and Forster, B.D.; *J. Food Sci.*, 46, 1320 (1981)
16. Bligh, E.G. and W. J. Dyer ; *Can. J. Biochem. Phys.*, 37, 911 (1959)
17. 박두원, 박영규 ; 분석화학, 형설출판사, 서울, 353 (1987)
18. Campbell, P.M. and Turkiki, P.R.; *J. Food Sci.*, 32, 143 (1967)
19. Janicki, L.J. and H. Applendorf ; *J. Food Sci.*, 39, 715 (1974)

**Studies on the Content of Fatty Acid, Calcium
and Magnesium of Pig's Shank According to
Extraction Time by Water.**

Mi-Kyung Lee and Gi-Hwan Rho*

Department of Food & Nutrition

*Department of Health Administration**

Kwangju Health Junior College

>Abstract<

The content of fatty acid, calcium and magnesium of pig's shank according to be extracted hour was examined. The results what investigated are follows ;

1. There were 9 kinds of different fatty acids in water extract of pig's shank by GLC. The composition was not very different between each other. Linolenic acid was increased as much as 276% when extracted for 12hrs, but the amount of monounsaturated fatty acid was decreased as much as 30% by extracting hours. The amount of polyunsaturated fatty acid was decreased also by extracting hours. Therefore, p/s ratio was also decreased by extracting hours.

2. The amount of calcium, magnesium was analyzed by chelatometry. The amount of calcium was 124.7mg% in raw materials, but water extract sample and bone powder showed higher value. In case of magnesium, it was 138.4 mg % in raw materials, but extract sample showed less amount and bone powder indicated higher value. Therefore, the amount of calcium and magnesium were the highest value in S_{B1} and T_{B2}, respectively.