Journal of the Korean Chemical Society
1997, *Vol. 41, No. 2*
Printed in the Republic of Korea

GC에 의한 건어물 냄새성분중 질소화합물 분석과 다변량해석

裵善瑛† · 李東宣*
서울여자대학교 자연과학대학 화학과
†현주소 : 메사츄세츠대학교 화학과
(1996. 11. 19 접수)

Multivariate Analysis and Gas Chromatographic Determination of the Smelly Nitro Compounds in Dried-Fishes

Sun-Young Bae† and Dong-Sun Lee*
Department of Chemistry, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea
†*Present address: Department of Chemistry, University of Massachusetts, Lowell, MA, USA*
(Received November 19, 1996)

요 약. 건어물 중의 냄새나는 질소화합물을 증류동시 추출법으로 추출하여 GC-MS로 분석하였다. Amine의 equivalent chain length를 구하여 머무름시간으로부터 탄소수와 차수를 예측할 수 있었다. 새우, 멸치, 북어, 대구, 오징어, 문어, 쥐포, 병어포, 홍합, 조갯살 등 우리 나라에서 많이 식용되는 시료를 분석대상으로 하였다. Dimethylamine, trimethylamine, diethylamine 등은 건어물에서 검출되지 않았으나 methylamine, acetamide, thiazole, 2-hydroxy isopropylamine, *N*-methyl pyrroline, piperidine, cyclohexylamine 같은 냄새나는 질소화합물들이 GC-MS로 확인되었다. 건어물의 냄새패턴을 식별하기 위하여 GC-MS 피크면적을 자료로 주성분분석을 적용하였다. 주성분분석에 의한 다변량해석은 건어물의 냄새패턴의 유사성과 이질성의 식별에 유익하다는 결론을 얻었다.

ABSTRACT. The smelly nitro compounds were extracted from dried fishes by simultanous distillation and extraction, then were analyzed by GC-MS. Carbon number and order of an amine could be predicted by using retention time and equivalent chain length. Anchovy, codfish, imitation crab meat, cuttle fish, file fish, pollack, shrimp, octopus, harvest fish, and hard-shelled mussel were used for this investigation. Various smelly nitro compounds such as methylamine, acetamide, thiazole, 2-hydroxy isopropylamine, *N*-methyl pyrroline, piperidine, cyclohexylamine were identified, however, dimethylamine, trimethylamine, diethylamine were not detected. Principal components analysis was applied to GC-MS profiles for pattern recognition of smelly nitro compounds in dried fishes. Multivariate aspects using principal components analysis were very useful for pattern recognition of smelly components, category similarity.

서 론

대부분의 어물은 부패가 진행됨에 따라 휘발성 질소화합물의 함량이 증가되므로 amine을 비롯한 휘발성 질소화합물은 신선도 판정에 중요한 지표이다. Dimethyl amine, trimethylamine은 생선의 부패와 저장기간 중 세균작용과 관련하여 문제시 되어 왔으며[1-4] 이 두 물질은 cystein이 효소 및 화학반응에 의하여 분해 생성된 것으로 밝혀져 있다.[3] 또한 생선가공식품에서도 methylamine, dimethylamine, trimethylamine, *n*-propylamine, *n*-butylamine 기타 1차, 2차, 3차 amine 등이 연구과제가 되어 왔다. 특히 이러한 amine들은 발암성을 가진 nitrosoamine의 전구체로 알려져 있다.[1,5,6] 어물의 수분이 35% 이하가 되면 일반적으로 세균의 번식이 억제되므로 보존목적으로 여러 가지 건어류가 만들어지는데 수분이 20% 이하로 되면 상당히 장기간 보존할 수 있다. 건조과정 중에 어떤 것은 특수한 풍미가 생기는 것도 있으나 단백질이 변질하여 소화율이 저하되고 비타민도 많이

파괴되어 영양가치가 크게 떨어진다.

Amine을 비롯한 휘발성 질소화합물의 분석에 관한 연구는 국내외적으로 적지 않게 보고되어 왔다. Amine의 분석방법으로는 spectrometry,[3] fluorometry,[7] GC,[1,2,5~12] HPLC[4,13~15] 등이 보고되었다. Sen[7]은 치즈에서 tyramine을 trifluoroacetic anhydride로 유도체화하여 GC-ECD로 분석하여 형광법과 비교하였으며, Gruger[1]는 연어에서 amine을 추출하여 GC와 thin layer chromatography로 분석하였다. Gross[14]는 육류와 연어에서 발암성인 heterocyclic aromatic amine을 HPLC-UV로 분석하였으며, Yen 등[4]은 참치 통조림에서 putriscine, cadaverine, tryptamine, 2-phenylethyl amine, spermidine, spermine, histamine, tyramine, agmatine을 benzoyl 유도체화한 후 HPLC-UV로 분석하였다. Parris[15]는 새우와 육류에서 amine을 dansyl chloride로 유도체화하여 fluorescence HPLC로 분석하였고, 小泉 등[11]은 오징어 가공품의 냄새성분을 GC-MS로 분석 연구하였다. 또한 高[5]는 젓갈 중의 nitrosoamine 성분을 GC로 분석하였으며, 朴 등[3] 은 적색육 어류 중의 diethylamine, trimethylamine 성분을 spectrometry로 분석 연구하였다.

그런데 Amine 자체로는 자외가시부분광법이나 형광분석법으로 분석할 수 없으며 GC나 HPLC로 분석하려면 유도체화를 필요로하고 이 과정이 번잡할 뿐만 아니라 여러 가지 부산물이 생성되므로 분석을 방해하는 경우가 많다. 그리고 이들 분석방법은 건어물 중 amine 및 질소화합물의 분석에 적용하기에는 부적당하다. 또한 건어물 중의 휘발성 질소화합물에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 GC에 의한 휘발성 질소 화합물의 분석법을 검토하고 새우, 멸치, 북어, 대구, 오징어, 문어, 쥐포, 병어포, 홍합, 조개살 등 우리 나라에서 많이 식용되고 있는 건어물의 냄새성분을 GC로 분석하고자 하였다. 이 분석자료를 다변량 통계해석을 이용해서 건어물의 종류에 따른 냄새성분의 패턴을 비교 고찰하였다.

실 험

재료 및 시약. 본 실험에서 사용한 건어물은 시판품을 사용하였고, 모든 시약은 Merck제 특급시약을 사용하였다. 8종의 amine 표준물질(methylamine, dimetylamine, ethylamine, trimethylamine, isopropylamine, dietylamine, isobutylamine, triethylamine)을 각각 0.2 g씩 취해 잘 섞어 10 mL volumetric flask에 넣고 초순수로 표선까지 희석하여 표준용액을 조제하였다.

동시 증류 용매추출. 표준용액을 methylene chloride 5 mL로 2시간 가량 증류동시 용매추출(simultaneous distillation and extraction; SDE)한 다음 유기용매층을 모아 sodium sulfate anhydrous를 가하여 수분을 제거하였다. 이중 0.2 μL를 GC로 분석하였다.

Trifluoroacetic anhydride(TFA)에 의한 유도체화. Amine 0.5 g을 칭량하여 vial에 담고 methylene chloride 50 μL와 TFA 25 μL를 가한다. Vial을 잘 밀봉하고 sample을 잘 섞어 140 ℃에서 7분간 가열한 후 vial을 빨리 냉각하고 여분의 용매를 감압하에서 제거한다.

GC와 GC-MS. 8종의 amine 표준물질을 각각 0.2 g씩 취해서 잘 혼합한 후 그 중 0.1 μL를 GC에 주입하여 전처리를 하지 않은 표준물질의 크로마토그램을 얻었다. 컬럼의 효율을 비교하기 위하여 *Table* 1-A의 분석조건으로 표준용액을 분석하였다. 온도 프로그래밍에 따른 분리 거동을 비교하기 위하여 같은 온도 조건으로 표준용액을 분석하였다. 운반기체 유속의 변화, 컬럼 오븐온도의 영향을 비교 실험하였다. 크로마토그램을 얻은 후 각 피크들의 확인 동정을 위하여 같은 시료를 GC-MS에 주입하여 전체 이온 크로마토그램(TIC)를 얻고 각 피크마다의 질량스펙트럼을 얻어 NIST library와 비교하였다.

건어물 중 냄새성분 분석. 건어물 10 g을 취하여 flask에 담고 0.7 M perchloric acid 30 mL를 가하고 나머지 flask에 추출용매 methylene chloride 5 mL를 취하였다. 이 용액을 2시간 동안 증류 동시 용매추출한 다음 sodium sulfate anhydrous를 가하여 수분을 제거하였다. 이중 0.2 μL를 GC로 분석하였다.

주성분 분석. 주성분분석(principal components analysis; PCA)는 변량을 하나 하나씩 독립적으로 파악하는 것이 아니라 종합적으로 파악하려는 거시적 방법이며 많은 변량의 값을 될 수 있는 한 정보의 손실없이, 하나 또는 소수개의 총괄적지표인 주성분으로 축소해서 해석하려는 통계학적 기법이다. n개 시료에 대하여 p변량을 측정하여 얻은 자료를 p차원의 공간에 n개의 점으로 나타내고자 할 때 삼차원보다 큰($p > 3$) 공간에 점들을 표현하기가 어렵다. 이러한

p차원 공간의 점들 사이의 위치관계는 자료가 갖고 있는 원래의 정보이다. 원래의 정보 즉 점들 사이의 위치관계를 가급적 그대로 보존하면서 낮은 차원으로 요약하는 수단이다 . 이 방법을 통하여 원래의 자료에는 나타나 있지 아니한 유익한 새로운 정보들을 도출하려는 것이 PCA의 또다른 목적이다.

GC에 의해 구한 휘발성 질소화합물의 분석자료로부터 본 연구실에서 개발한 MVSAP(multivariate statistical analytical program, version 3.1) software를 이용하여 분산-공분산 행렬, 고유값(eigenvalue), 고유벡터(eigenvector), 기여율(proportion)과 누적기여율(cumulative proportion), 제1주성분점수(first principal score)와 제2주성분점수(second principal score)를 각 시료별로 전산처리하였다.

Table 1. Conditions of gas chromatography

Method	A	B
GC	GC-14B (Shimadzu)	DS-6200 (Donam system)
Column	Crosslinked methyl sillcone gum(Ultra 1; Hewlett Packard) 25 m × 0.32 mm × 0.52 μm	TPA modified PEG(HP-FFAP: Hewlett Packard) 25 m × 0.32 mm × 0.52 μm
Temp.(℃)		
Oven Program		
Initial temp.	40	40
Initial time(min)	0	0
Rate 1(℃/min)	0.5	0.5
Final temp.	45	45
Final time	0	0
Rate 2(℃/min)	20	20
Final temp.	150	150
Final time	5	5
Injector	200	200
Detector(FID)	200	200
Carrier gas		
Flow rate		
N_2	0.54 mL/min	1.0 mL/min
H_2	38 mL/min	45 mL/min
Air	460 mL/min	388 mL/min
Split ratio	1 : 67	1:60
Sample size	0.1 μL	0.1 μL
Integrator	CR6A integrator (Shimadzu)	D 520B integrator (Youngin)

GC 14A / GCMS-QP2000A(Shimadzu)
Column: Methyl silicon capillary(CBP-1; Shimadzu) 25 m × 0.22 mm × 0.25 μm
Temp.:
Oven temp. program: 40℃(0 min)-0.5℃/min-45℃ (0 min)-150℃(5 min)
Injector temp.: 200℃
Ion source temp.: 210℃
EI ionization voltage: 70 eV
Carrier gas: He(2.0 mL/min)
Sample size: 0.3 μL
Vacuum pump: Rotary vane pump V-009-2(Stokes)
NIST library

결과 및 고찰

아민의 분석조건 검토

Column의 영향. 극성이 다른 컬럼을 사용하여 아민의 분리거동을 관찰하기 위하여 *Table* 1의 A, B와 같은 조건에서 비교 실험하였다.

정지상이 비극성인 dimethyl polysiloxane(HP-1) 컬럼을 사용한 경우 8종의 아민 중 dimethylamine과 ethylamine의 분리가 곤란하였으나 ethylamine을 제

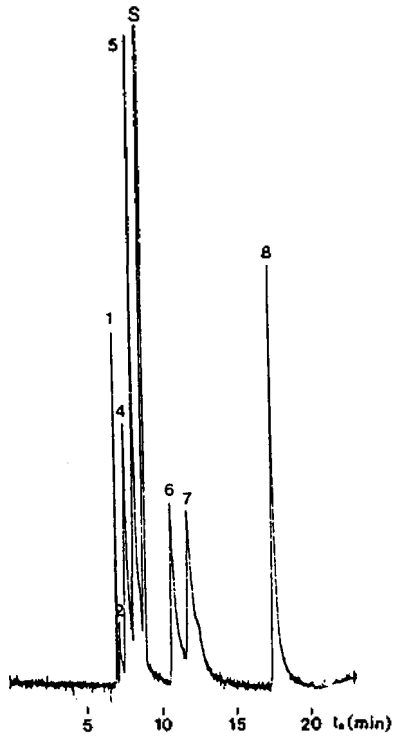

Fig. 1. Gas chromatogram of standard amines. 1: methylamine, 2: dimethylamine, S: solvent, 4: trimethylamine, 5: isopropylamine, 6: diethylamine, 7: isobutylamine, 8: triethylamine.

외한 나머지 7종은 모두 완전 분리되었다(*Fig.* 1). Dimethylamine과 ethylamine은 분자량이 같고 치환기 크기의 차이가 그리 크지 않아 정지상과의 친화력이 서로 비슷하여 머무름 시간에 차이를 보이지 못하여 분리되지 않는다고 생각되어진다. 정지상이 극성인 terephthalic acid modified poly ethylene glycol (HP-FFAP) 컬럼은 methylamine을 제외한 아민이 용매나 다른 아민과 분리되지 않은 채 용리되었다. 이는 아민이 극성물질이므로 극성인 정지상과의 강한 상호작용으로 인하여 분리가 완전하지 못함을 알 수 있었다. 따라서 비극성컬럼이 극성컬럼을 사용한 경우보다 피크나비가 좁고 일정하면서 분석소요시간이 양호함을 알 수 있었다. 용량계수(k'), 분리도(α), 이론단수(N), 이론단 해당높이(H) 등과 같은 GC parameter는 *Table* 2-A와 같았다.

Oven 온도의 영향. HP-1 컬럼을 이용해서 오븐온도를 40 ℃, 80 ℃, 120 ℃의 등온으로 분석하여 아민을 비교 관찰해 보았다. 40 ℃ 등온으로 분석하였을 때의 GC-parameter는 *Table* 2-B에 나타내었으며, dimethylamine과 ethylamine이 분리되지 못하고 trimethyl amine의 피크로 겹쳐서 용출되었다. 오븐온도 80 ℃인 경우에는 끓는점이 80 ℃ 이상인 trimethylamine은 분리되었으나 끓는점이 70 ℃ 이하의 나머지 아민은 완전 분리되지 못하였고 오븐온도가 120 ℃인 경우는 끓는점이 90 ℃인 triethyl amine만이 분리된 채 용출되었다. 실험에 사용한 아민의 끓는점은 −6 ℃에서 90 ℃까지 분포하며, 휘발성이 크다. 그러므로 등온으로 분석하면 끓는점이 비슷한 성분들은 피크가 서로 인접하여 분리가 곤란하므로 승온법으로 분석하는 것이 더 적절하다는 것을 예측할 수 있다. Methylamine, dimethylamine, trimethylamine의 끓는점이 실온 이하로 매우 낮고 isopropylamine 역시 컬럼 초기온도보다 낮으므로 40 ℃에서 45 ℃까지 0.5 ℃/min로 승온하여 주고 상대적으로 끓는점이 높은 물질의 신속한 분리를 위해 45 ℃에서 150 ℃까지 20 ℃/min로 승온하여 주는 것이 아민 분리에 좋았다.

운반기체의 유속변화. *Table* 1의 방법 A와 같은 조건에서 운반기체의 유속만을 1.10 mL/min에서 0.42 mL/min까지 변화시켜 실험한 결과 0.54 mL/min일 때 피크의 분리가 가장 좋았다. 끓는점이 비슷한 methylamine, dimethylamine, trimethylamine은 운반기체 유속이 1.10 mL/min일 때 피크가 서로 인접하여 분리가 곤란하였다. 운반기체의 유속이 느릴수록 아민의 피크는 분리가 잘 되었으나, 0.5 mL/min 이하일 때는 피크의 모양이 가늘고 뾰족하지 않으며 나비가 넓어지는 경향을 나타내었다. 운반기체의 유속이 1% 변하면 머무름 시간도 1% 변한다고 알려져

Table 2. The gas chromatographic parameters of amine standards

(A)

Amines	t_R(min)	t_R'(min)	k'	α	N	H(10^{-7} m)
Air	2.36	0.00				
Methylamine	4.16	1.80	0.7627	1.1333	12387500	2.22
Dimethylamine	4.40	2.04	0.8644	1.0588	47136490	5.30
Trimethylamine	4.52	2.16	0.9152	1.1204	25894080	9.65
Isopropylamine	4.78	2.42	1.0254	1.5661	61144667	0.69
Diethylamine	6.15	3.79	1.6059	1.1583	24563680	2.00
Isobutylamine	6.75	4.39	1.8602	1.8155	97111542	0.84
Triethylamine	10.33	7.97	3.3771		550845305	0.45

B)

Amines	t_R(min)	t_R'(min)	k'	α	N	H(10^{-7} m)
Air	2.36	0.00				
Methylamine	4.14	1.78	0.7542	1.2191	109903875	2.27
Trimethylamine	4.47	2.17	0.8941	1.1336	102087480	24.49
Isopropylamine	4.82	2.46	1.0424	1.6138	23323875	10.72
Diethylamine	6.33	3.97	1.6822	1.1662	44629079	5.60
Isobutylamine	6.97	4.63	1.9619	1.8725	70399287	3.55
Triethylamine	11.03	8.67	3.6737		144355500	1.73

있다.[16] 본 실험에서도 운반기체 유속을 1.10 mL/min에서 0.54 mL/min으로 50% 변화시켰더니 methylamine 피크의 머무름 시간이 2분대에서 4분대로, triethylamine 피크는 5분대에서 10분대로 길어지는 결과를 보여 머무름 시간은 2배로 변함을 확인할 수 있었다.

끓는점, 분자량, 탄소수의 영향. 아민의 탄소수에 대한 용량계수의 log값은 직선성을 나타내었다(*Fig.* 2). 그러나, 끓는점이 다른 dimethylamine과 ethylamine, trimethylamine과 isopropylamine은 비슷한 머무름 시간을 나타내었다. 이는 끓는점은 다르나 분자량이 같고 치환기 크기의 차이가 크지 않으므로 정지상과의 상호작용이 비슷하기 때문이라고 생각된다. Paulson[17] 등은 지방산의 methyl ester를 GC로 분석하여 ECL(equivalent chain lengths)을 계산하고 머무름 시간을 알면 지방산의 불포화도와 탄소수를 예측할 수 있다고 하였다. 이 방법을 응용하여 분자량은 같으나 구조가 다른 아민의 머무름 시간으로부터 ECL을 다음 식으로 구하였다.

$$ECL=[(t_{RA}-t_{Rn})/(t_{RA(n+1)}-t_{Rn})]+n$$

t_{RA} : 1° amine의 머무름 시간

t_{Rn} : non 1° amine의 머무름 시간

$t_{RA(n+1)}$: n+1인 1° amine의 머무름 시간

n : carbon number

위 식으로부터 탄소수는 같으나 차수가 다른 아민의 ECL을 구하였다. 1차 아민인 isopropylamine의 ECL을 구하는 방법을 예로들면, trimethylamine과 isopropyl amine은 탄소수가 3개(n=3)로 같지만 trimethylamine은 3차 아민이고 isopropyl amine은 1차 아민이며, trimethylamine이 더 빨리 용출됨을 볼 수 있다. 이는 치환된 trimethyl기 $(CH_3)_3$가 isopropylamine의 isopropyl $(CH_3)_2CH$기보다 극성이 실제적으로 커서 비극성인 정지상과 친화력이 작아 더 빨리 용출된다고 생각된다. 그러므로 머무름 시간에 차이가 나므로 3차 아민의 머무름 시간을 기준(t_{Rn})으로 isopropylamine(t_{RA})과의 머무름 시간의 차를 분자에 두고 탄소수가 1개 더 많은 탄소수가 4개의 아민 중 1차 아민이 아닌 2차 아민인 diethylamine의 머무름 시간($t_{RA(n+1)}$)과 trimethylamine의 머무름 시간(t_{Rn})의 차를 분모로 하여 계산한다. 그후 탄소수를 더하면, 3.16으로 isopropyl amine의 ECL을 구할 수 있다. 탄소수가 3개인 것 뿐 아니라, 모든 탄소수에 대해 계산할 수 있으며, 1차 아민뿐 아니라 2차 아민의 ECL도 구할 수 있다. *Fig.* 3, 4에 도시된 바와 같이 ECL이 증가할수록 log t_R, log m.w.가 증가하고 log b.p.도 증가함을 볼 수 있었다. 따라서 분자량은 같으나 구조가 다른 아민도 ECL을 이용하면 머무름 시

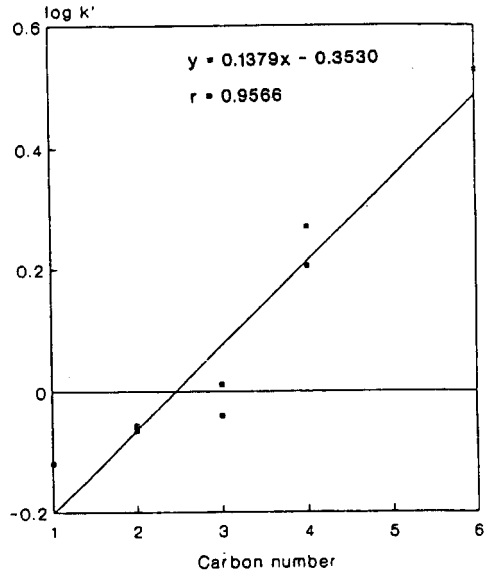

Fig. 2. Plot of log k' as function of carbon number of amine stanards.

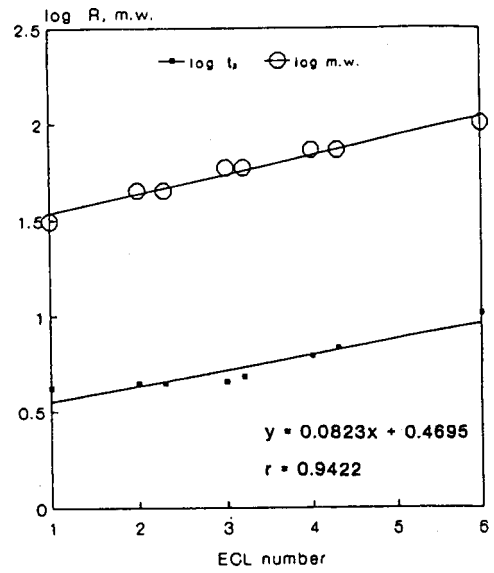

Fig. 3. Plot of log t_R or log m.w. as function of ECL number of amine standards.

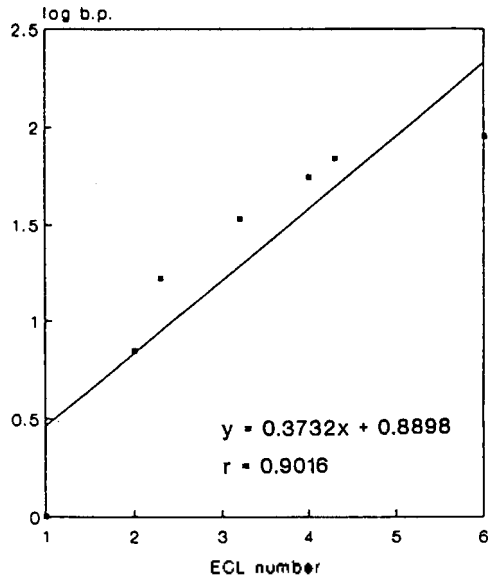

Fig. 4. Plot of log b.p. as function of ECL number of amine standards.

간으로부터 탄소수와 아민의 차수를 예측할 수 있음을 알았다.

TFA유도체화. TFA에 의한 유도체화는 합성과정에서 목적성분 이외의 부산물이 생성되어 이것의 분리가 깨끗하지 못하였으며 건어물 시료에 적용하기에는 부적당하였다.

건어물의 크로마토그램

10종의 건어물의 동시증류 추출법에 의한 크로마토그램은 *Fig.* 5와 같다. 크로마토그램의 각 피크성분을 GC-MS로 확인한 결과 methylamine, acetamide, 2-hydroxy isopropylamine, thiazole, piperidine, *N*-methyl pyrroline, isoamyl cyanide 등이 동정되었다. 이들 질소화합물들은 각각 건어물의 불쾌한 냄새성분이라고 추정할 수 있었다.

건어물마다 서로 다른 질소화합물을 함유하는 것을 볼 수 있었으나 같은 실험조건에서 병어포와 홍합, 문어는 위와 같은 질소화합물이 검출되지 않았다. Gruger[1] 등은 연어 등 어류에서 methylamie, dimethylamine, trimethylamine, diethyl amine이 검출된다고 보고하였다. Coho salmon flesh에서는 methylamine이 0.54 μg/g이 검출되었고, dimethylamine은 3.4 μg/g이, trimethylamine은 4.8 μg/g이, diethyl amine은 0.07 μg/g이 검출되었다. 또한 부패한 Sablefish flesh에서는 methylamine의 함량이 0.8 μg/g이고, dimethylamine은 검출되지 않았고 trimethyl amine은 1164 μg/g이 검출되었다. 그러나 본 실험에서 건어물에 대한 GC-FID, GC-MS에 의한 결과로는 멸치와 새우에서 methylamine만이 검출되었으며, 대구포, 북어포, 병어포, 오징어, 문어포, 홍합, 맛살, 쥐포에서는 어물에서 검출된다는 아민성분이 검출되지 않았다.

주성분 분석

여러 가지 건어물에 함유된 질소 화합물을 GC-MS로 분석한 peak area를 정리하면 *Table* 3과 같다. 이 data를 자체 개발한 MVSAP(multivariate statistical analysis program)에 입력하여 주성분 분석을 실행하였다. 고유값 번호에 따른 고유값의 상관관계를 도시한 scree graph는 *Fig.* 6과 같다. 7개의 변량으로부터 구한 7개의 고유값 중 제1고유값과 제2고유값의 누적기여율이 76.93%이며 제3고유값까지의 누적기여율은 90.75%이고 제3고유값 이후 곡선은 급격히 꺾이어 제4고유값부터 제7고유값까지 거의 직선성을 보이고 있다. 이 사실은 제2 또는 제3주성분까지가 이 자료를 대표하는 주성분임을 암시한다.

제1주성분과 제2주성분의 상관관계를 도시한 PCA plot은 *Fig.* 7과 같다. 7가지 건어물 중 북어가 나머지 6가지 건어물인 멸치, 대구, 맛살, 오징어, 쥐포, 새우와 패턴이 다름을 확실히 구별할 수 있었다. 이는 북어의 acetamide와 cyclohexyl amine의 peak area가 다른 건어물에 비해 크기 때문이라 생각된다. 북어를 제외한 건어물의 패턴을 보면 제1주성분의 분포는 비슷하며 맛살과 쥐포, 오징어는 비슷한 패턴을 보임을 알 수 있었다. 이 그림에서 아래로 갈수록 *N*-methylpyrrolin의 함량이 많음을 뜻하였다. 따라서 각기 다른 질소화합물의 분석자료로부터 주성분 분석을 하면 건어물의 냄새성분인 질소 화합물의 패턴을 구별할 수 있었고, 건어물의 냄새 형태 인식에 매우 유익한 결과를 도출할 수 있었다.

결 론

건어물 중 냄새성분의 GC분석과 다변량 해석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 아민의 GC 분석조건으로는 column은 HP-1으로, 40 ℃(0 min)-0.5 ℃/min-45 ℃(0 min)-20 ℃/min-150 ℃(5 min)의 승온법으로, 운반기체의 유속은 0.54 mL/min으로 실험한 경우 가장 양호한 크로마토그램

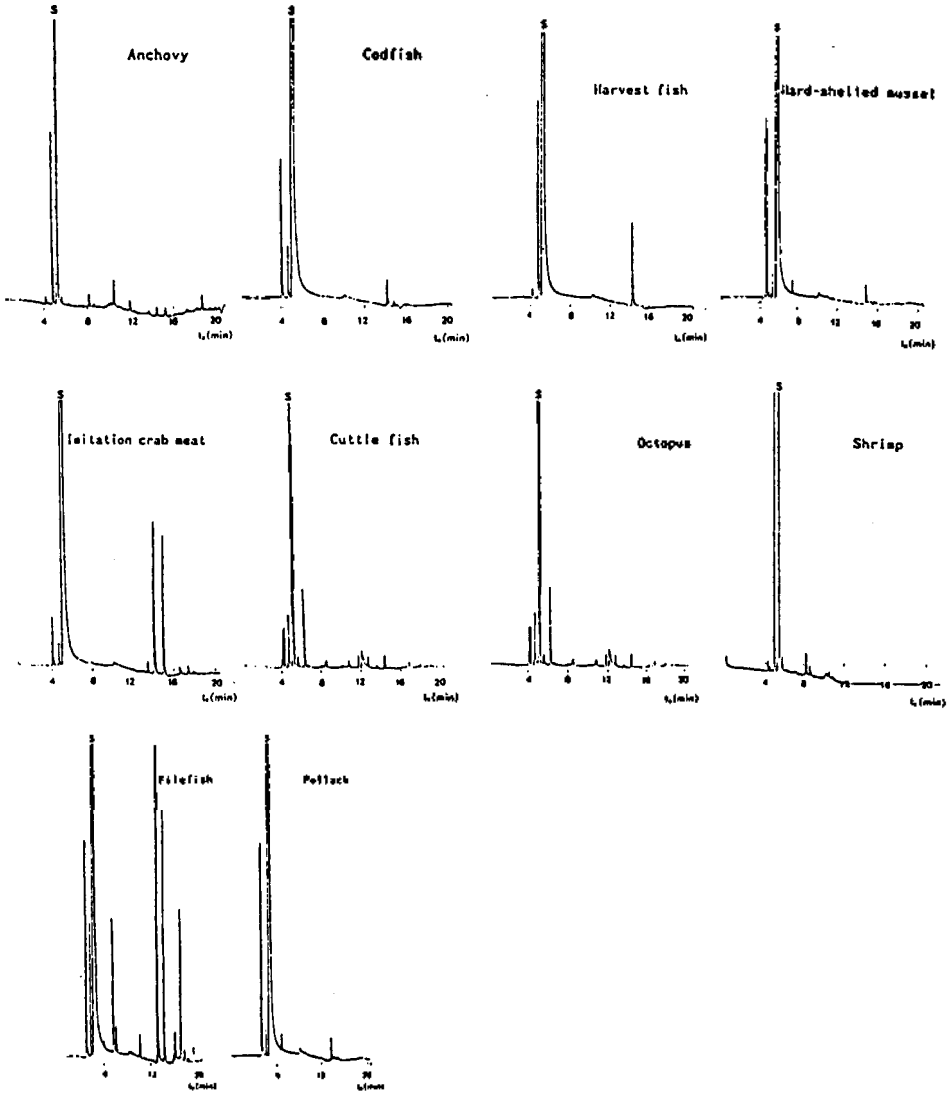

Fig. 5. Gas chromatograms of the extracts of various dried-fishes.

Table 3. Peak area(TIC) of nitrocompounds in various dried fishes

	Anchovy	Codfish	Crab meat	Cuttle fish	File fish	Pollack	Shrimp
Methylamine	1824962	-	-	-	-	-	2724407
Acetamide	-	-	-	-	-	10801094	-
Thiazole	-	-	-	-	34770	-	-
2-Hydroxyisopropylamine	-	152460	-	2324511	-	2426713	2583374
N-methyl pyrroline	-	153970	57151	1519472	58327	1990176	1571253
Piperidine	-	-	-		-	1091427	-
Cyclohexylamine	-	-	-		-	12495253	2485332

이 얻어졌다.

2. 아민의 ECL을 구하면 머무름시간으로부터 탄소수와 차수를 예측할 수 있으며 아민의 ECL에 대해 머무름시간, 분자량, 끓는점의 log값이 직선성을

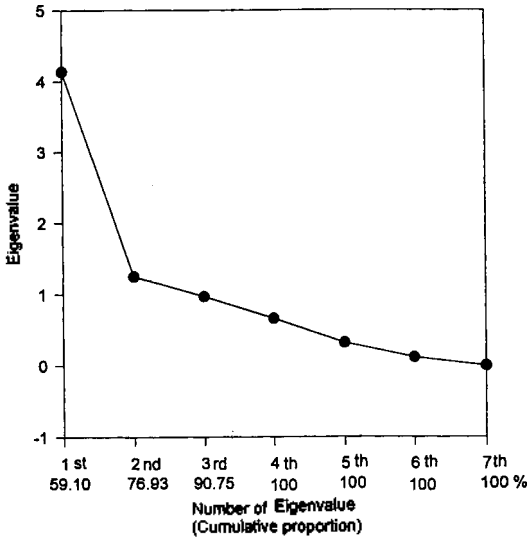

Fig. 6. Scree graph.

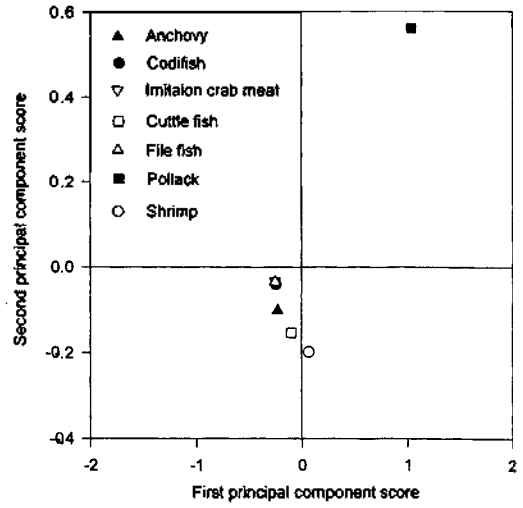

Fig. 7. PCA plot.

나타내었다.

3. 어류에서 검출되는 dimethylamine, trimethylamine, diethylamine 등은 건어물에서 검출되지 않았으나 GC-MS로 건어물마다 서로 다른 냄새성분인 질소화합물을 분석할 수 있었다. 멸치에서는 methylamine이, 대구포에서는 2-hydroxy isopropylamine, *N*-methyl pyrroline이, 맛살에서는 *N*-methyl pyrroline이, 오징어에서는 2-hydroxy isopropylamine, *N*-methyl pyrroline이, 쥐포에서는 thiazole, *N*-methyl pyrroline이, 북어에서는 acetamide, 2-hydroxy isopropylamine, *N*-methyl pyrroline, piperidine, cyclohexylamine이, 새우에서는 methylamine, 2-hydroxy isopropylamine, *N*-methyl pyrroline, cyclo hexylamine이 검출되었다. 그러나 홍합, 문어, 병어포에서는 검출되지 않았다.

4. GC-MS로 분석한 건어물에 함유된 질소화합물의 peak area를 data로 주성분 분석하면, 북어가 다른 건어물과 구별되는 점을 알 수 있었고, 쥐포와 맛살의 냄새패턴이 비슷함을 알 수 있었다. 주성분 분석에 의해 건어물의 냄새패턴 인식에 유익한 결과를 얻었다.

인 용 문 헌

1. Gruger, E. H. Jr. *J. Agr. Food Chem.* **1972**, *20*, 781~785.
2. Slemr, J.; Beyermann, K. *J. Chromatogr.* **1984**, *283*, 241~250.
3. 朴瑩浩; 崔守安; 安哲佑; 梁永其 *Bull. Korean Fish. Soc.* **1981**, *14*, 7~14.
4. Yen, G.; Hsieh, C. *J. Food Sci.* **1991**, *56*, 158~160.
5. 高英秀 *Bull. Environ. Sci.* **1981**, *2*, 35~41.
6. Pfundstein, B.; Tricker, A. R.; Preussmann, R. *J. Chromatogr.* **1991**, *539*, 141~148.
7. Sen, N. P. *J. Food Sci.* **1969**, *34*, 22~26.
8. Strauszkiewicz, W. F. Jr.; Bond, J. F. *Assoc. Off. Anal. Chem.* **1981**, *64*, 584~591.
9. Capella, P.; Horning, E. C. *Anal. Chem.* **1966**, *38*, 316~321.
10. Abjul-Rashid, M. K.; Riley, J. P.; Fitzsimons, M. F.; Wolff, G. A. *Analytica Chemica Acta* **1991**, *252*, 223~226.
11. 小泉千秋; 大島敏明; 李應昊 *J. Korean Soc. Food Nutr.* **1990**, *19*, 547~554.
12. Gao, C.; Krull, I. S. *J. Chromatogr. Sci.* **1990**, *28*, 102~108.
13. Ibe, A.; Saito, K.; Nakazato, M.; Kikuchi, Y. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **1991**, *74*, 695~698.
14. Gross, G. A.; Gruter, A. *J. Chromatogr.* **1992**, *592*, 271~278.
15. Parris, N. *J. Agric. Food. Chem.* **1984**, *32*, 829~831.
16. Grob, R. L. *Modern Practice of Gas Chromatography*; Wiley: 1977; pp 292~295.
17. Paulson, D. R.; Saranto, J. R.; Forman, W. A. *J. Chem. Edu.* **1974**, *51*, 406~407.
18. Cacho, J.; Ferreira, V. *Analytica Chemica Acta* **1992**, *264*, 311~317.