Bull. Korean Fish. Soc. 22(4), 169~176, 1989 韓水誌 22(4), 169~176, 1989

粉末가쓰오부시의 製造 및 風味成分에 관한 硏究
3. 粉末가쓰오부시의 香氣成分

吳 光 秀·李 應 昊*
統營水産專門大學 水産加工科

Studies on the Processing of Powdered Katsuobushi and Its Flavor Constituents
3. Volatile Flavor Components of Powdered Katsuobushi

Kwang-Soo OH and Eung-Ho LEE*
Department of Fisheries Processing, National Tong-Yeong Fisheries Technical College, Chungmu 650-160, Korea

Volatile flavor components in powdered Katsuobushi were simultaneous trapped by steam distillation-extraction method, and these were fractionated into the neutral, the phenolic, the acidic and the basic fraction. Volatile flavor components in these fraction were analyzed by the high-resolution GC and GC-MS equipped with a fused silica capillary column. The whole steam volatile concentrate consisted of 48% neutral fraction(NF), 35% phenolic fraction(PF), 12% acidic fraction(AF) and 5% basic fraction(BF). Thirty components such as 8 hydrocarbons, 8 aldehydes, 6 furans, 5 alcohols and 3 ketones were identified from NF. And sixteen components such as phenol, guaiacol, dimethoxy phenol, eugenol in PF, twelve components such as propionic, butanoic, isopentanoic, n-hexanoic, heptanoic, octanoic acid in AF, ten components such as 2,6-dimethylpyrazine, 2-methylpyridine, 2,4-dimethylthiazole in BF were identified. NF and PF gave a much higher yield than others and were assumed to be indispensable for the reproduction of aroma of powdered Katsuobushi. It was also identified eight components of volatile carbonyl compounds such as ethanal, propanal, butanal, pentanal by 2,4-DNPH method.

서 론

감칠맛 계통의 조미료(旨味系調味料)인 MSG, IMP 등이 공업적으로 대량 생산되고, 또한 다른 천연조미료가 보급되고 있는 현재 가쓰오부시가 조리시 사용되는 주된 효과는 가쓰오부시 특유의 향기에 있다고 할 수 있다. 가쓰오부시의 향기성분은 제조공정 중 훈건할 때 훈연성분의 흡착, 곰팡이가 생산하는 지방 분해효소에 의해 생성되는 냄새 및 가다랑어 육단백질, 지방산의 분해 등에서 유래하는 냄새가 서로 복합되어 가쓰오부시 특유의 향기를 이루는 것으로 추정되고 있다(Nishibori, 1965-a, 1965-b ; Nishibori et al., 1971-a, 1971-b ; Yamanishi et al., 1966 ; Kim et al., 1971 ; 本間 등, 1969). Imai et al(1982)은 아라부시(荒節)와 혼부시(本節) 향기성분의 GC 패턴해석을 시도하여 두 시료사이에 각 향기성분의 peak는 높은 유사성을 보이며, 이들 향기성분은 가다랑어기름과 육단백질

*釜山水産大學 食品工學科
Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

이 훈건공정 중에 상호작용이나 가열에 의한 화학적 변화 등에 의하여 생성된다고 하였다. 가쓰오부시의 향기성분에 관해서는 아직 밝혀지지 않은 점이 많으며, 그 분석장치 및 분석방법에 대하여 계속 연구 개발되고 있다(Yajima et al., 1981, 1983).

본 연구는 새로운 풍미계 조미료를 개발하기 위한 종합적인 연구의 일환으로 전보(Oh and Lee, 1988, 1989)에 이어 분말가쓰오부시의 시제품의 향기성분을 분석, 검토하였다.

재료 및 방법

재료: 전보(Oh and Lee, 1988)와 같은 방법으로 제조한 분말가쓰오부시를 시료로 사용하였다.

전휘발성 성분의 추출: 수증기증류장치를 이용하여 분말가쓰오부시와 재증류된 증류수를 1: 3의 비율로 넣고 약 2시간동안 상압수증기증류를 하였다. 매회 300 *g*씩의 시료를 수증기증류하여 약 2 *l*의 증류액을 얻었고, 모두 5 *kg*의 분말가쓰오부시를 수증기증류하였다. 증류액은 분액깔대기에 옮기고 NaCl로 포화시킨 후 ether를 충분량 넣고 충분히 흔들어 추출한 다음 물층과 ether층을 분리했다. 물층은 다시 ether를 첨가, 3회 반복처리하여 얻어진 ether추출액을 전부 모아 무수망초를 가하여 실온에서 하룻밤 방치하여 탈수한 다음 여과하여 36~38 °*C* 수조에서 상압농축시켜 약 100 *ml*의 가쓰오부시 냄새가 강하게 나는 전휘발성 농축물을 얻었다.

전휘발성 성분의 분획 및 GC에 의한 분석: 얻어진 전휘발성 성분은 정 등(1988)의 방법에 따라 염기성구분, 산성구분, phenol성구분 및 중성구분의 4구분으로 분획하여 상압하에서 농축하여 분석용 시료로 하였으며, Table 1과 같은 GC조건하에서 분석하였다. 중성, 염기성, phenol성 구분은 그대로 GC분석용 시료로 사용하였고, 산성구분은 diazomethane으로 methylester화 한 후에 분석용시료로 하였다. 그리고 분리된 각 peak를 확인하기 위해서 표준물질들을 ether용액에 적당한 농도로 희석하여 시료의 분석조건과 같은 조건하에서 GC로 분석하여 retention time을 비교확인하였다.

GC-MS에 의한 분석: 전휘발성 성분을 분획하여 얻어진 4가지 구분을 GC-MS로 분석하여 얻어진 TIC chromatogram상에 나타난 각 peak성분의 retention time과 전자충격이온화법(EI)에 의해서 얻어진 각 peak의 mass spectrum을 표준물질의 retention time 및 mass spectrum과의 일치에 의해서 동정하였고, 일부 성분은 Cornu et al.(1982), Steinhagen et al.(1974) 및 Jennings et al.(1980)의 mass spectrum data와 비교하여 동정하였다. GC-MS의 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Conditions for GC analysis of volatile compounds

Instrument	Varian Vista 402
Column	Fused silica capillary column (25*m*×0.32*mm* i.d.) coated with BP-10 (cross linked cyanopropyl phenyl methyl silicone, made by Sci. Glas. Eng.)
Column	60 ℃ (1 *min.*)−200 ℃, 3 ℃/*min.*
Injection temp.	250 ℃
Detector temp.	250 ℃, FID
Carrier gas	Nitrogen, 30*ml/min.*
Split ratio	1: 100

Table 2. Conditions for GC-MS analysis of volatile compounds

Instrument	Shimadzu GC-MS QP-1000
Column	Fused silica capillary column (25*m*×0.32*mm* i.d.) coated with BP-10
Column temp.	60 ℃(1 *min.*)−180 ℃, 3 ℃/*min.*
Injection temp.	250 ℃
Detector temp.	250 ℃, FID
Carrier gas	Helium, 30*ml/min.*
Split ratio	1: 100
Ion source temp.	260℃
Ionization voltage	70 eV (EI)

각 휘발성구분의 수득량 및 관능검사: 전휘발성 성분 및 각 구분의 수득량은 어느 정도까지 최대한으로 상압하에서 농축한 후 무게를 측정하여 gas chromatogram상에 나타나는 peak면적을 이용하여 계산하였다.

$$\text{농축후 무게}(mg) \times \frac{100-\text{용매peak의 면적}(\%)}{100}$$

관능검사는 각 구분을 여지편에 소량씩 흡수시켜 ether를 증발시킨 후 panel member 10인에게 냄새를 맡게하여 4가지 구분의 관능적 특성을 측정하였다.

휘발성 carbonyl의 추출 및 동정: Chayovan et al.(1983)과 笠原·西堀(1975)의 방법을 병용하였다. 전보(이 등, 1985)와 같은 장치를 사용하여 분말가쓰오부시 200 *g*과 물 600 *ml*를 넣고 90 ℃로 조정된 수조상에서 질소가스를 4시간동안 통기시켜 휘발

성 carbonyl화합물을 추출하였으며, 2,4-DNP와 반응하여 얻어진 오렌지색 침전물을 여과하여 모은 다음 30 ℃에서 건고시켜 이것을 10 *ml*들이 유리병에 넣고 silicon고무마개로 밀봉하였다. 다음 주사기로써 2.0N 황산 2 *ml*를 넣은 후 끓는 수조상에서 2분간 가열하여 산가수분해에 의하여 유리된 carbonyl화합물의 headspace gas를 주사기로 3 *ml* 취하여 GC로써 분석하고, 표준물질과의 retention time으로 비교하여 동정하였다. 이때의 GC조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Conditions for GC analysis volatile carbonyl compounds

Instrument	Shimadzu GC-7AG
Column	Glass column(2.5*m*×3*mm* i. d.) packed with 5% Thermon-1000+0.5% H_3PO_4 on Chromosorb W (60-80mesh)
Column temp.	53℃–70℃, 2℃/*min.*
Injection temp.	150℃
Detector temp.	150℃, FID
Carrier gas	Nitrogen, 40*ml/min.*

결과 및 고찰

분말가쓰오부시 수증기증류 유출액의 ether추출액을 분획하여 얻은 각 구분의 전휘발성 성분에 대한 중량비와 관능검사결과를 Table 4에 나타내었다. 시료로 사용한 분말가쓰오부시 5 *kg*에서 약 150 *mg*(300 *ppm*)의 가쓰오부시 냄새가 강하게 나는 전휘발성 성분을 얻었으며, 각 구분의 전휘발성 성분에 대한 중량비는 중성구분이 48%, phenol성 구분이 35%로서 이들 양획분의 양이 전체의 83%를 차지하였고 산성구분이 12%, 염기성구분이 5% 순이었다.

관능검사결과, 중성구분에서 전휘발성 성분에서 느낄 수 있었던 은은하면서도 감미로운 향기 및 약간의 산패취를 느낄 수 있었다. Phenol성구분은 훈연취 및 소독약과 유사한 냄새로서 어취를 masking시키고 가쓰오부시 특유의 향기를 발현하는데 중요한 역할을 할 것으로 생각된다. 한편 산성구분은 산패취와 유사한 냄새를, 염기성구분은 어취 및 탄내(焙燒臭)같은 냄새를 느낄 수 있었는데 이들 구분의 수율은 낮았으나 가쓰오부시 향기발현에는 필요불가결한 요소로 작용할 것으로 생각된다. 이상의 관능검사를 고려해 볼 때 가쓰오부시의 향기성분에는 중성구분의 기여도가 가장 클 것으로 추정된다.

Table 4. Yields and organoleptic characteristics of each fraction of powdered Katsuobushi flavor

Fraction	wt%	Organoleptic characteristics
Whole 150*mg*(300*ppm*)[a]	100	Katsuobushi-like
Neutral	48	Sweet and green, Katsuobushi-like
Phenolic	35	Smoky, disinfectant-like
Acidic	12	Rancid and pungent
Basic	5	Fishy, pyridine-like

a) Yield was calculated using the following equation:
Yield(*mg*)=weight(*mg*)×〔100+(solvent peak area% on gas chromatogram)/100〕.

Table 1, 2와 같은 GC 및 GC-MS 분석조건하에서 분말가쓰오부시의 향기성분을 분석, 동정한 결과 68종의 성분이 동정되었으며, 그 결과를 Fig. 1, 2, 3, 4와 Table 5, 6, 7, 8에 나타내었다. GC의 FID chromatogram상에 나타난 peak수가 TIC chromatogram상에 나타난 peak수 보다 많았지만, 몇몇 peak는 GC-MS의 감도가 낮아 확인하지 못했고 mass spectrum이 불확실하여 동정하지 못하였다.

전휘발성 농축물을 분획하여 얻은 중성구분을 전술한 조건으로 분석하여 얻어진 gas chromatogram은 Fig. 1에 나타내었고, 동정확인된 성분은 Table 5와 같다. 동정된 68성분 중 30성분이 중성구분으로서 동정되었으며 8종의 hydrocarbon류, 8종의 aldehyde류, 6종의 furan류, 5종의 alcohol류 및 3종의 ketone류로 구성되어 있었다. 동정된 hydrocarbon류 중에서 비교적 양이 많은 성분은 n-pentadecane, n-heptadecane 및 n-octadecane 등으로 이들은 주로 가다랑어 구성 지방산인 n-hexadecanoic acid, n-octadecanoic acid가 훈건공정 때 탈탄산되어 생성된다고 추정되는데, Sasaki et al.(1969)은 n-pentadecane, n-heptadecane이 hydrocarbon류 중에서 가장 함량이 많고 중요한 성분이라고 하였다. 또한 여러종의 저급 aldehyde류나 ketone류가 동정되었는데 aliphatic aldehyde와 ketone이 산패된 우유나 연어기름의 냄새성분에서 확인된 점으로 미루어(Yajima, 1983) 이들 성분도 가쓰오부시 제조 중 지질의 자동산화나 훈건공정 중 maillard반응생성물이 strecker반응에 의해 분해, 생성되어 가쓰오부시의 향기에 직접 관여할 것으로 추정된다. Yamanishi et al.(1966)은 중성구분을 carbonyl구분과

비carbonyl구분으로 나누어 carbonyl구분은 중성구분의 약 40%를 차지하며 유지산패취와 같은 불쾌취를 내나, 비carbomyl구분은 가쓰오부시의 은은하면서도 감미로운 향기에 관여한다고 하였다. 이로미루어 본 분말가쓰오부시 제조 중 생성된 저급휘발성carbonyl은 제품의 품질에 상당한 영향을 미칠 것으로 생각된다.

Table 5. Volatile components identified from neutral fraction of powdered Katsuobushi

Peak No.	Component	Identified fraction
1′	2-Butanone	BF
1	Toluene	NF
3	2-Methylfuran	BF
4	Hexanal	NF
5	Hexadiene	NF
6	1-Penten-3-ol	NF
8	Octanal	NF
11	trans-2-Hexanal	NF
12	Furfuryl alcohol	NF
13	2-Furfural	NF
14	1-Octen-3-ol	NF
16	Benzaldehyde	NF
19	2-Acetylfuran	NF
19′	Salicylaldehyde	BF
23	5-Methylfurfural	BF
26	3-Cyclohexylmethylketone	NF
27	1-Cyclohexen-1-yl-methylketone	NF
29	Borneol	NF
30	2-Acetyl-5-methylfuran	NF
46	2-Isobutyl-2, 4-methylfuran	NF
47	2-(1, 1-Dimethyl)-4-methylfuran	PF
59	Dimethylbenzofuran	NF
68	n-Tridecane	NF
70	Tetradecane	NF
76	3-Ethoxy-4-hydroxybenzaldehyde	NF
85	Benzyl alcohol	NF
102	n-Pentadecane	NF
110	n-Hexadecane	NF
116	n-Heptadecane	NF
123	n-Octadecane	NF

NF : neutral fraction, BF : basic fraction, PF : phenolic fraction

Phenol성구분을 분석하여 얻어진 gas chromatogram을 Fig. 2에 나타내었고, 동정확인된 성분은 Table 6과 같다. Phenol성구분으로 phenol, cresol, guaiacol, dimethoxy phenol, eugenol, 2,6-dimethoxy-4methylphenol 및 2,6-dimethoxy-4-ethylphenol 등 16종이 동정되었고, 그 함량으로 보아 phenol, guaiacol, dimethoxy phenol, eugenol 등이 중요한 성분으로 보아진다. Nishibori(1965)도 가쓰오부시 특유의 향기에는 훈연처리에서 유래된 guaiacol, 4-methyl guaiacol, 2,6-dimethoxy phenol 등이 중요한 구실을 한다고 지적한 바 있다. 또한 Kim et al. (1971)은 phenol류 중 guaiacol 등이 곰팡이에 의해 methyl화되어 1,2-dimethoxy-4-methylbenzene 및 1, 2-dimethoxy-4-ethylbenzene 등으로 전환되어 곰팡이붙이기 공정 특유의 향기를 생성시킨다고 하였다.

Table 6. Volatile components identified from phenolic fraction of powdered Katsuobushi

Peak No.	Component	Identified fraction
20	Phenol	PF
27	*o*-Cresol	PF
28	*p*-Cresol	PF
31	Guaiacol	PF
33	2,4-Dimethylphenol	PF
34	Phenylethanol	PF
38	Isopropylphenol	PF
61	*p*-Ethylguaiacol	NF
65	Thymol	PF
67	*o*-Tert-butylphenol	PF
71	Dimethoxyphenol	PF
91	2-(1-Prophenyl)-6-methoxyphenol	NF
92	Eugenol	PF
101	2,6-Ditertiarybutyl-4-methylphenol	PF
112	2,6-Dimethoxy-4-methylphenol	PF
114	2,6-Dimethoxy-4-ethylphenol	PF

PF : phenolic fraction, NF : neutral fraction

분말가쓰오부시 향기의 산성구분을 diazomethane법으로 methylester화 시킨 뒤 GC로써 분석하여 얻어진 gas chromatogram을 Fig. 3에 나타내었다. 산성구분에서 동정된 성분으로는 Table 7과 같이 propionic acid, butanoic acid, isopentanoic acid, n-hexanoic acid, heptanoic acid, octanoic acid, myristic acid, palmitic acid 등 12성분이 동정되었다. 이같은 산성구분은 분말가쓰오부시 제조 중 원료어의 유리지방산 및 각종 지질의 1차 산화생성물인 과산화물과 가열처리에 의하여 생성된 저급

지방산들이 주체가 되어 산패취 및 일종의 자극취 같은 가쓰오부시 냄새성분의 한 부분을 이룰 것으로 추정된다(西堀, 1976).

Table 7. Volatile components identified from acidic fraction of powdered Katsuobushi

Peak No.	Component	Identified fraction
M 1	Propionic acid	AF
M 2	Butanoic acid	AF
M 3	Isopentanoic acid	AF
M 4	2-Pentenoic acid	AF
M 5	3-Pentenoic acid	AF
M 6	n-Hexanoic acid	AF
M 7	4-Hexanoic acid	AF
M 8	Heptanoic acid	AF
M 9	Octanoic acid	AF
M 10	Heptenoic acid	AF
M 11	Myristic acid	AF
M 12	Palmitic acid	AF

AF : acidic fraction

염기성구분을 GC로써 분석하여 얻어진 gas chromatogram을 Fig. 4에, 동정확인된 성분은 Table 8에 나타내었다. 염기성구분으로 동정된 성분은 pyrazine류, 2-methylpyridine, 2,4-dimethylthiazole, dimehtyl disulfide 등 10성분이 동정확인되었다. 염기성구분은 비록 그 양은 가장 적었으나 어취의 주성분이며 탄내(焙燒臭)와 비슷한 냄새를 지니므로 가쓰오부시 향기형성에의 기여도는 양에 비해서 훨씬 크리라 생각된다. 본 실험에서 동정된 염기성구분은 대부분이 pyrazine류로, 2,6-dimethylpyrazine, 2-methylpyrzine 등 7종이 확인되었다. 이들 pyrazine류는 가열향기로서, glucose 등의 당류와 아미노산을 함께 가열할 때 생성된다고 하는 藤巻·倉田(1971)의 보고로 미루어 가쓰오부시 향기성분 중의 pyrazine류는 가다랑어 육 중의 glucose, 핵산에서 유래하는 ribose와 아미노산이 자숙 및 훈건때 열처리를 받아 생성된 maillard반응 생성물이 strecker분해반응에 의해서 enaminol을 형성하고 이것이 환원되어 생성된다고 볼 수 있다. 한편 가열처리한 식품에서 분리되고 있는 복소환(複素環)식 화합물의 일종인 2,4-dimethylthiazole도 동정되었는데, 이 화합물의 구조는 thiamine의 구조와 아주 밀접하므로 가쓰오부시 제조 중 가다랑어 육 중의 thiamine이 가열처리에 의해 thiazole ring부분이 이탈되어 생성된 4,5-dimethylthiazole이 이성화된 것으로 생각된다. 2,4-dimethylthiazole은 은은한 땅콩냄새를 내며 커피, 홍차 및 가열 쇠고기육의 냄새성분으로 알려져 있다(Yajima et al., 1981).

Table 8. Volatile components identified from basic fraction of powdered Katsuobushi

Peak No.	Component	Identified fraction
2	Pyrazine	BF
3′	Dimethyl disulfide	BF
5′	2-Methylpyrazine	BF
6	2-Methylpyridine	BF
11′	2,4-Dimethylthiazole	BF
13′	2,5-Dimethylpyrazine	BF
15	2,6-Dimethylpyrazine	BF
17	Ethylpyrazine	BF
18	2,3-Dimethylpyrazine	BF
20	2-Methyl-6-ethylpyrazine	BF

BF : basic fraction

휘발성성분의 포집을 위해서 사용한 상압수증기증류법은 저급 carbonyl화합물의 포집이 불충분할 수 있으므로, 질소 통기하에서 유출되는 저급휘발성carbonyl 화합물을 2,4-DNP와 반응시켜 2,4-DNPH 유도체로 만들어 GC로써 분석하여 얻은 tentative한 동정결과는 Table 9와 같다. Table 9에서와 같이 앞의 중성구분에서 확인되지 않았던 ethanal, propanal, 2-methylpropanal, butanal, pentanal, 2-methylpentanal을 비롯하여 2-butanone, hexanal 등 8성분이 분말가쓰오부시의 저급휘발성 carbonyl성분으로 동정되었다.

Table 9. Composition of volatile carbonyl compounds identified from powdered Katsuobushi (%)

Peak No.	tR	Volatile carbonyl compounds	Powdered Katsuobushi
1	1.14	Ethanal	25.3
2	1.33	Propanal	7.0
3	1.49	2-Methylpropanal	19.9
4	1.89	Butanal	22.2
5	2.20	2-Butanone	1.2
6	2.55	3-Methylbutanal	-
7	2.77	Pentanal	15.1
8	3.50	2-Methylpentanal	3.8
9	4.70	Hexanal	2.8
10	5.59	Unknown	3.0

tR : Retention time

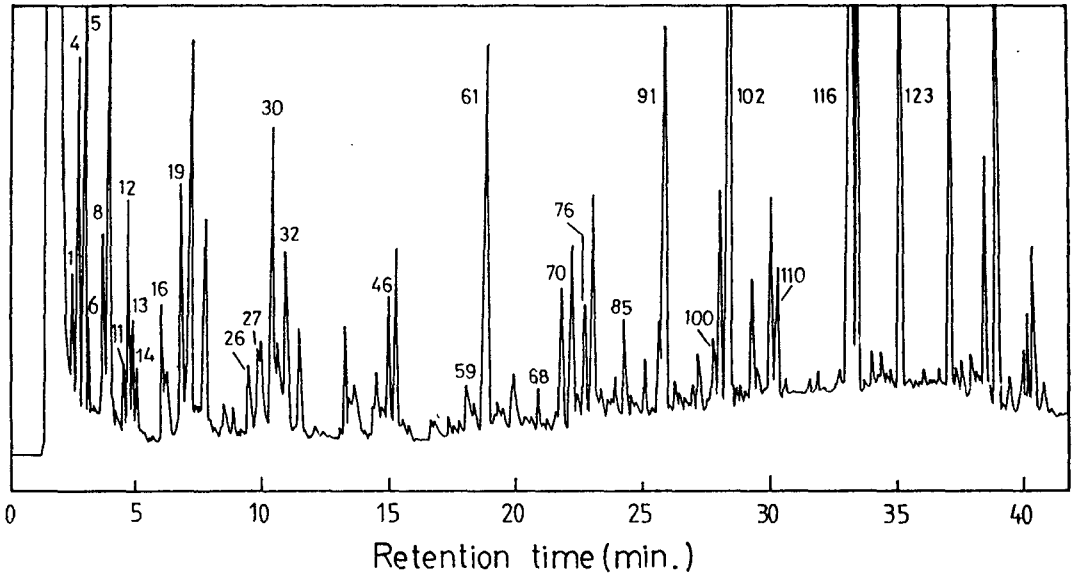

Fig. 1. Gas chromatogram of the neutral fraction of powdered Katsuobushi.

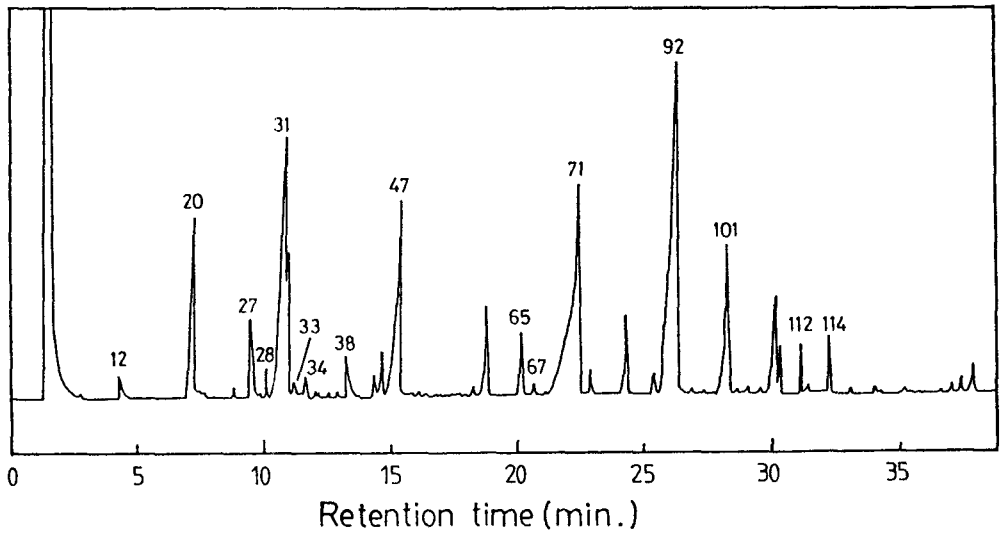

Fig. 2. Gas chromatogram of the phenolic fraction of powdered Katsuobushi.

요 약

분말가쓰오부시의 향기성분을 상압수증기증류법으로 추출한 후 중성구분, phenol성구분, 산성구분 및 염기성구분으로 분획하여 fused silica capillary column을 장치한 고분해능 GC 및 GC-MS에 의해서 분리, 동정하였다. 전휘발성 성분의 함량은 약 300 *ppm*으로서 중성구분 48%, phenol성구분 35%, 산성구분 12%, 염기성구분 5%로 이루어져 있었고, 관능검사결과 중성구분 및 phenol성구분의 기여도가 컸다. 분말가쓰오부시 향기성분으로 총 68성분이 동정확인되었으며, 이 중 30성분이 중성구분으로 동정되었고 hydrocarbon류 8성분, aldehyde류 8성분, furan류 6성분, alcohol류 5성분 및 ketone류

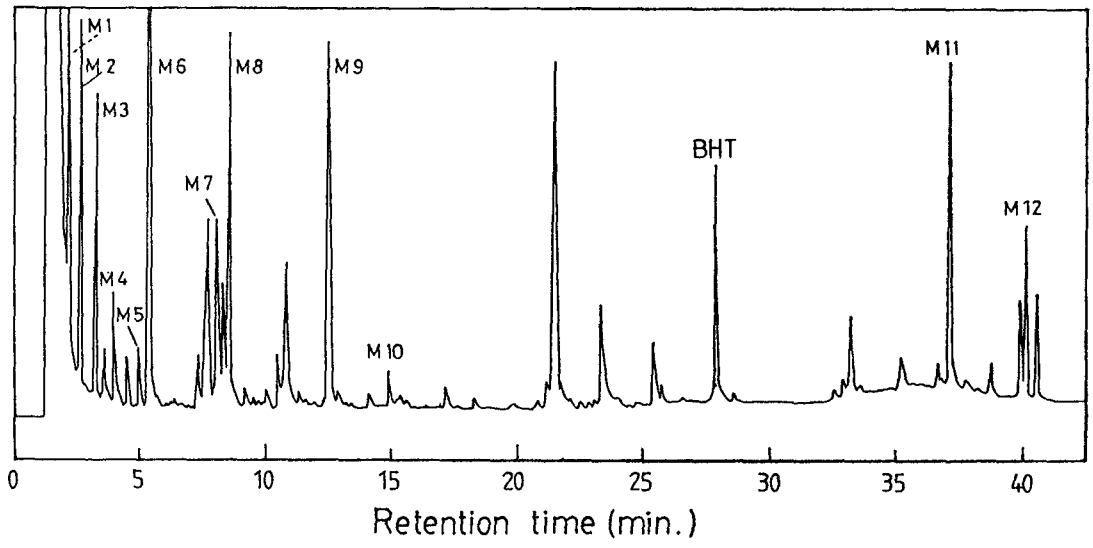

Fig. 3. Gas chromatogram of the methylated acidic fraction of powdered Katsuobushi.

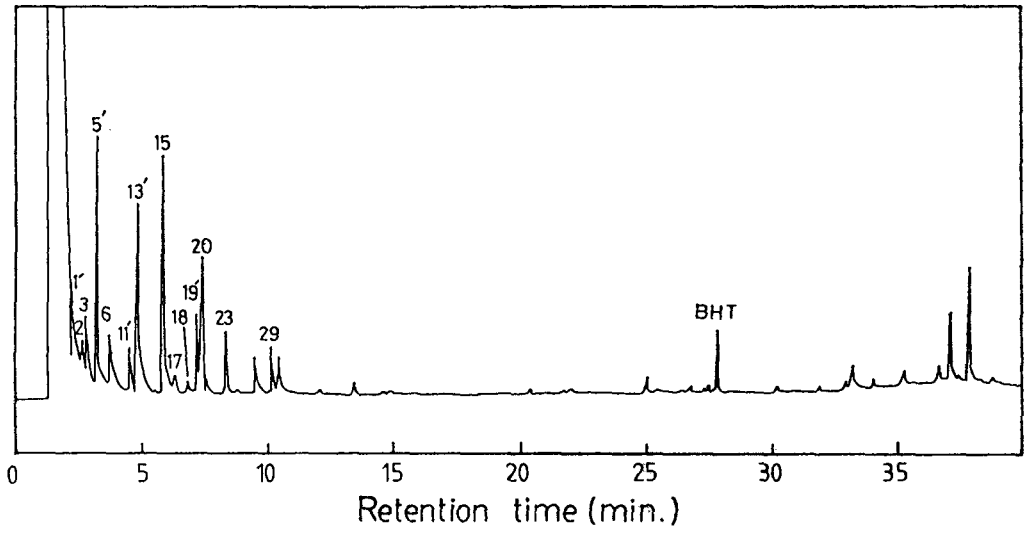

Fig. 4. Gas chromatogram of the basic fraction of powdered Katsuobushi.

3성분으로 구성되어 있었다. phenol성구분은 phenol, guaiacol, dimethoxy phenol, eugenol 등 16성분, 산성구분은 propionic, butanoic, isopentanoic, n-hexanoic, heptanoic, octanoic acid 등 12성분이 동정되었고, 염기성구분으로는 pyrazine류 7성분, 2-methylpyridine, 2,4-dimethylthiazole 등 10성분이 동정 확인되었다. 한편 분말가쓰오부시의 저급휘발성 carbonyl성분을 2,4-DNPH유도체로 만들어 GC로써 분석한 결과 ethanal, propanal, 2-methylpropanal, butanal, pentanal, 2-methylpentanal 등 8성분이 분리동정되었다.

문 헌

Chayovans, S., R. M. Rao, J. A. Liuzzo and M. A. Khan. 1983. Chemical characteristics and sensory evaluation of a dietary sodium-potassium fish sauce. J. Agric. Food Chem. 31(4), 859～863.

Cornu, A. and R. Massort. 1982. Compilation of mass spectral data. 2nd ed., Heyden & Son Limited.

Imai, H., T. Aishima and A. Nobuhara. 1982. Key factors in Katsuobushi aroma formation. Agric. Biol. Chem. 46(2), 419～428.

Jennings, W. and T. Shibamoto. 1980. Quantitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. Academic Press. New York, pp.115～465.

Kim, K., T. Yamanishi, Y. Nakadani and T. Matsui. 1971. Studies on the aroma of dried bonito, Katsuobushi. Nippon Nogeikagaku Kaishi 45 (7), 328～336.

Nishibori, K. 1965-a. Studies on flavor of Katsuobushi-1. On the acidic, basic, and phenolic components. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 31(1), 41～46.

Nishibori, K. 1965-b. Studies on flavor of Katsuobushi-2. Relation between flavor of smoke and of Katsuobushi. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 31 (1), 47～50.

Nishibori, K. and K. Okamoto. 1971-a. Studies on flavor of Katsuobushi-3. Comparison of flavor constituents between Katsuobushi and Niboshi. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 37(2), 156～162.

Nishibori, K. and K. Okamoto. 1971-b. Studies on flavor of Katsuobushi-4, Variation of phenolic compounds during processing. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 37(7), 610～613.

Oh, K. S. and E. H. Lee. 1988. Processing conditions of powdered Katsuobushi and its taste compounds. Bull. Korean Fish. Soc. 21(1), 21～29.

Oh, K. S. and E. H. Lee. 1989. Lipid components of powdered Katsuobushi. Bull. Korean Fish. Soc. 22(1), 19～24.

Sasaki, S., S. Arai, H. Kato and M. Fujimaki. 1969. Chemical studies on components of dried bonito, Katsuobushi. Agric. Biol. Chem. 33(2), 270～275.

Stenhagen, E., S. Abrahamsson and E. W. McLafferty. 1974. Registry of mass spectral data. Vol. 1, 2., John Wiley and Sons. New York.

Yajima, I., M. Nakamura, H. Sakakibara, T. Yanai and K. Hayashi. 1981. Volatile flavor components of dried bonito-1. On acidic, basic, and weak acidic fractions. Agric. Biol. Chem. 45(12), 2761～2768.

Yajima, I., M. Nakamura, H. Sakakibara, T. Yanai and K. Hayashi. 1983. Volatile flavor components of dried bonito-2. From neutral fraction. Agric. Biol. Chem. 47(8), 1755～1760.

Yamanishi, T., A. Kobayashi, N. Nakayama and Y. Nakasone. 1966. Studies on aroma of dried bonito. 1. Neutral components. Nippon Nogeikagaku Kaishi 40(8), 311～314.

이응호, 구재근, 차용준, 안창범, 오광수. 1985. 밴댕이 및 주둥치젓의 휘발성성분. 한국식품과학회지 17(6), 437～441.

정태영, 조대선, 송재철. 1988. 모과의 휘발성flavor성분에 관한 연구. 한국식품과학회지 20(2), 176～187.

藤巻正生・倉田忠男. 1971. 食品の加熱香氣. 化學と生物 9(2), 85～96.

笠原價代子・西堀幸吉. 1975. スケトウダラ臭氣成分-Ⅰ. 日水誌 41(10), 1009～1013.

本間伸夫・鹽崎啓子・澁谷歌子・石原和夫. 1969. 鰹節とそのたしの揮發性化合物について. 日家政誌 26, 263～270.

西堀幸吉. 1976. 魚臭成分. J. Fish Sausage 205, 11～38.

1989년 6월 9일 접수
1989년 9월 4일 수리