

R880115

火災によって変化したガソリン灯油間の識別

三井利幸* 山田剛久** 川村 司***
(昭和62年8月28日受理、昭和62年11月25日修正受理)

Identification of Gasoline or Kerosene Modified by Fire

Toshiyuki Mitsui*, Takehisa Yamada**, Tsukasa Kawamura***

*Criminal Science Laboratory, Aichi Police H.Q.,

**NTT Nagoya

***Asahigaoka Hight School, Aichi Prefecture

†2-1-1, Sannomaru, Naka-ku, Nagoya

††7-7-1, Inabajicho, Nakamura-ku, Nagoya

†††3-6-15, Dekimachi, Higashiku, Nagoya

Abstract

Gasoline or kerosene modified by fire was identified by gas chromatography (GC). The identification was tried by multivariate analysis using a personal computer.

The method of identification is as follows: Gasoline and kerosene are modified by heating or burning at regular time intervals and analyzed by GC. The area ratios of definite 20 peaks are calculated and stocked as fundamental data. The sample is analyzed by GC. The specific peak area ratios of gasoline or kerosene are not changed out in spite of heating or burning and are used for the identification of gasoline or kerosene. The area ratios of definite peaks are calculated and compared with fundamental data. The comparison between sample data and fundamental data are carried out by clustering analysis, discriminant analysis, principal component analysis and factor analysis. The identification of a sample as gasoline or kerosene is determined by specific peak area ratios and discriminant function. The degree of modification of sample is determined by cluster distance, principal component score, and factor score. If sample does not coincide with gasoline or kerosene, it is pointed out by discriminant function, principal component, and factor score.

1. はじめに

放火や失火等でガソリンや灯油が使用された例は非常に多く、それらに対し常にガソリンか灯油かの識別をする必要がある。しかし通常これらの試料は外部から熱等の影響を強く受けたものが多い。そのためガスクロマトグラフィー (GC) で検査しても、得られたク

ロマトグラムから判断する従来からの方法では主観が入り誤った結論を出す可能性¹⁻³⁾もあり、正確な識別が困難な場合がある。そこでこれらの不確実な識別を少しでも客観的に判断できる一方法として手近にあるパーソナルコンピュータを利用し多変量解析で識別する方法について検討した。

2. 測定方法

まずTable 1に示したような方法でガソリンあるいは

*愛知県警科学捜査研究所 (〒460 名古屋市中区三の丸2-1-1)

**NTT名古屋 (〒453 名古屋市中村区稲葉地町7-7-1)

***愛知県立旭丘高校 (〒461 名古屋市中村区出来町3-6-15)

Fire Research Information Services
National Bureau of Standards
Bldg. 224, Rm. A252
Gaithersburg, MD 20899

火災学会学術
Fire Sciences,
A. Garris :
Combustion
A. Moussa
t.) on Com-
1979)
17(1975)
火災学会学術
Dynamics,

は灯油を変化させ標準試料を作製する。ついでこれらの標準試料 1 ml に保持時間 (Rt) を決定するために内部標準として *o*-ニトロトルエンを 0.1 ml 加えた後、GC で測定し多変量解析のための基礎試料とした。なお布に含まれた試料については、変化後絞り出したものを用いた。識別に用いたガソリン及び灯油のピークは Fig. 1 に示したように各々 21 ピークを用いた。未知試料については Fig. 1 のガソリンあるいは灯油の各ピークに対応する Rt の最も近似したピークをガソリン、灯油の 2 通りにわたり選択しその各々について多変量解析を行った。今回の GC の測定条件は Table 2 に示したとおりである。なお今回は Fig. 1 の各ピーク面積を Table 2 の条件で測定した結果を用いてコンピュータ処理を行ったが、他の測定条件で測定した場合には Rt、分離能等が異なってくるものの、その測定条件下で本方法と同様の処理を行えば識別は可能である。

3. 測定結果の前処理

38 の基礎試料については、まず Fig. 1 の各ピーク番号間の面積比について、Table 1 のような変化を与えても主として低沸点成分が変化し、高沸点成分の変化は少ないためそれらの成分に対応する Table 3 に示したピーク間の面積比に大きな差は認められなかった。また大きな差の認められなかった成分は全体に対する割合は小さいが、それらの成分はガソリンと灯油とは明確に異なるためそれぞれのピーク間面積比から両者を区別できるものと考えられた。そこでピーク間面積比が変らない Table 3 に示したピーク番号間の面積比を計算した。次に Fig. 1 に対応する各ピーク面積をガソリンの場合はピーク番号 7、灯油の場合はピーク番号 12 で除し、得られた数値を 10 倍したものをクラスター分析、判別分析、主成分分析、因子分析のための基礎試料とした。本法では Table 4 の数値がそれに相当する。未知試料については GC の結果得られた各ピークの間面積をガソリンあるいは灯油の 2 通りについて上記

Table 2 Conditions of gaschromatograph analysis

Gas chromatograph	YANACO 180 type
Column	2% OV-17 2m x 3mmφ
Column temp.	50 - 250°C, 7.5°C/min
Injection temp.	150°C
Carrier gas	N ₂
Sensitivity	10 ⁻³ x 1/32
Chart speed	10 mm/min
Integrator	YANACO SYSTEM 1000

Table 1 Treatment of gasoline or kerosene by heating or burning

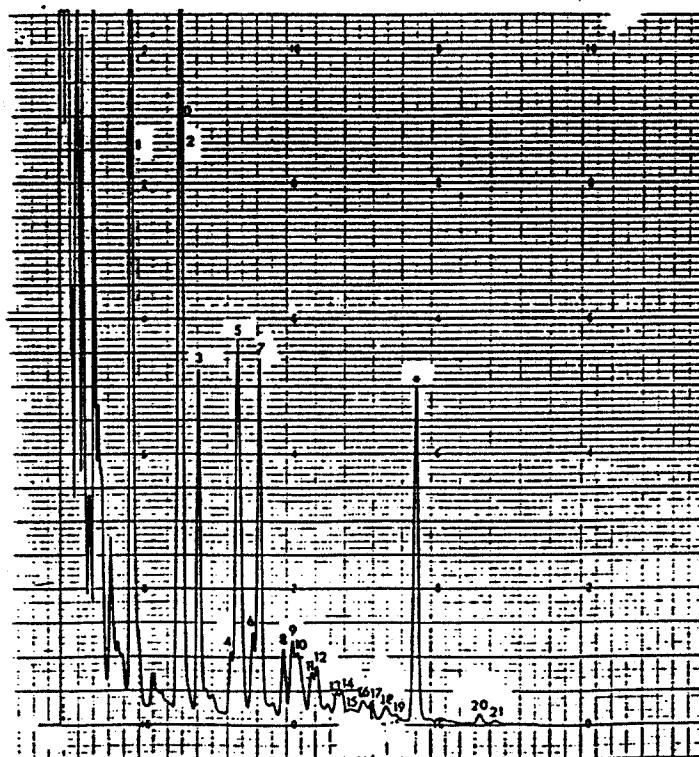
No.1	Gasoline does not change.
No.2	Gasoline evaporates until 12.5 ml.
No.3	Gasoline evaporates until 5 ml.
No.4	Gasoline evaporates until 1 ml.
No.5	Gasoline evaporates on hot plate until 27.5 ml.
No.6	Gasoline evaporates on hot plate until 20 ml.
No.7	Gasoline evaporates on hot plate until 10.5 ml.
No.8	Gasoline evaporates on hot plate until 2.5 ml.
No.9	Gasoline burns with cloth for 1 minute.
No.10	Gasoline burns with cloth for 2 minutes.
No.11	Gasoline burns with cloth for 2.5 minutes.
No.12	Gasoline burns with cloth for 3 minutes.
No.13	Gasoline burns until 33 ml.
No.14	Gasoline burns until 23 ml.
No.15	Gasoline burns until 16.8 ml.
No.16	Gasoline burns until 5.6 ml.
No.17	Kerosene does not change.
No.18	Kerosene burns with cloth for 1 minute.
No.19	Kerosene burns with cloth for 2 minutes.
No.20	Kerosene burns with cloth for 3 minutes.
No.21	Kerosene burns with cloth for 5 minutes.
No.22	Kerosene burns with cloth for 7 minutes.
No.23	Kerosene burns with cloth for 9 minutes.
No.24	Kerosene burns with cloth for 12 minutes.
No.25	Kerosene burns with cloth for 15 minutes.
No.26	Kerosene evaporates until 44 ml.
No.27	Kerosene evaporates until 41 ml.
No.28	Kerosene evaporates until 35 ml.
No.29	Kerosene evaporates until 29 ml.
No.30	Kerosene evaporates until 12 ml.
No.31	Kerosene evaporates until 2.5 ml.
No.32	Kerosene evaporates on hot plate until 45 ml.
No.33	Kerosene evaporates on hot plate until 43 ml.
No.34	Kerosene evaporates on hot plate until 21.5 ml.
No.35	Kerosene evaporates on hot plate until 15.2 ml.
No.36	Kerosene evaporates on hot plate until 7 ml.
No.37	Kerosene evaporates on hot plate until 2.6 ml.
No.38	Kerosene evaporates on hot plate until 1.85 ml.
No.39	Sample
50 ml of gasoline or kerosene were used.	

と同様な方法で計算を行い、それぞれに対応する数値を求めた。例として Table 5 に未知試料の測定結果を示した。また Fig. 2 に全体の操作方法及び計算方法のフローチャートを示した。なお本方法は基礎試料を基にすべての計算を行っているため、基礎試料を多くすれ

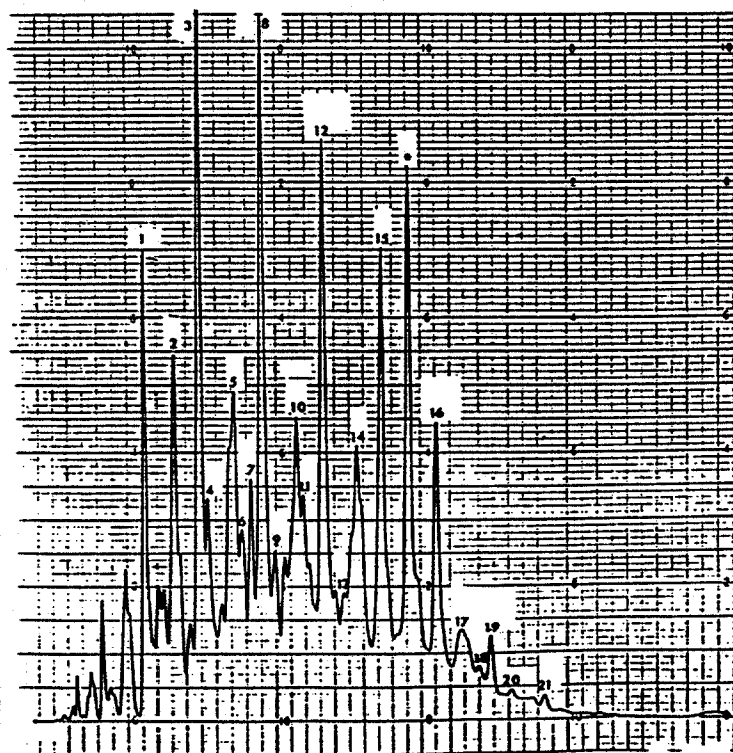
heating or

7.5 ml.
0 ml.
0.5 ml.
5 ml.

s.



Gasoline



Kerosene

* o-Nitrotoluene
(Internal standard)

ml.
ml.
5 ml.
2 ml.
l.
ml.
ml.

数值
を示
のフ
基に
すれ

Fig. 1 Gas chromatogram of gasoline and kerosene.

Table 3 The area ratio of each specific peak

Gasoline			
Peak number	Peak area ratio	Peak number	Peak area ratio
4/5	0.11	8/11	1.56
4/6	0.68	8/12	1.29
4/7	0.15	9/10	0.83
5/6	6.25	9/12	1.43
5/7	1.32	10/11	2.08
6/7	0.22	11/12	0.83
6/8	1.00	11/13	1.81
8/9	0.89	12/14	2.04
8/10	0.74	13/14	0.94
Kerosene			
16/17	1.56	18/20	1.43
16/18	5.64	18/21	2.15
16/20	7.87	20/21	1.49
17/18	3.71	10/11	2.36

Those peak area ratio do not change in spite of heating or burning.

ばそれだけ識別もより正確になるが、あまり基礎試料の数が多いと計算時間がかかりすぎるため、今回はガソリン16、灯油22で識別を行うこととした。

4. 特定のピーク間面積比からの識別

Table 1に示したような方法で変化させたガソリンあるいは灯油について、異なった変化状態にもかかわらずピーク面積比に大きな差の認められないTable 3に示した各ピーク番号間の面積比と、未知試料の計算結果の値とを比較した。その結果、強引にガソリンあるいは灯油のいずれかに判定させその結果を「Gasoline」または「Kerosene」と出力させるようにした。従ってこの方法ではガソリン、灯油のいずれにも属さない試料も両者のいずれかに判定されてくる。しかし、ガソリン灯油間の識別においては、ガソリン50mlを布に吸収させ5分間燃焼変化させた試料を、灯油のピーク番号で処理計算し判定させても、「Gasoline」とプリントしてくることから考えガソリン、灯油間の判定には有効な方法と考えられる。

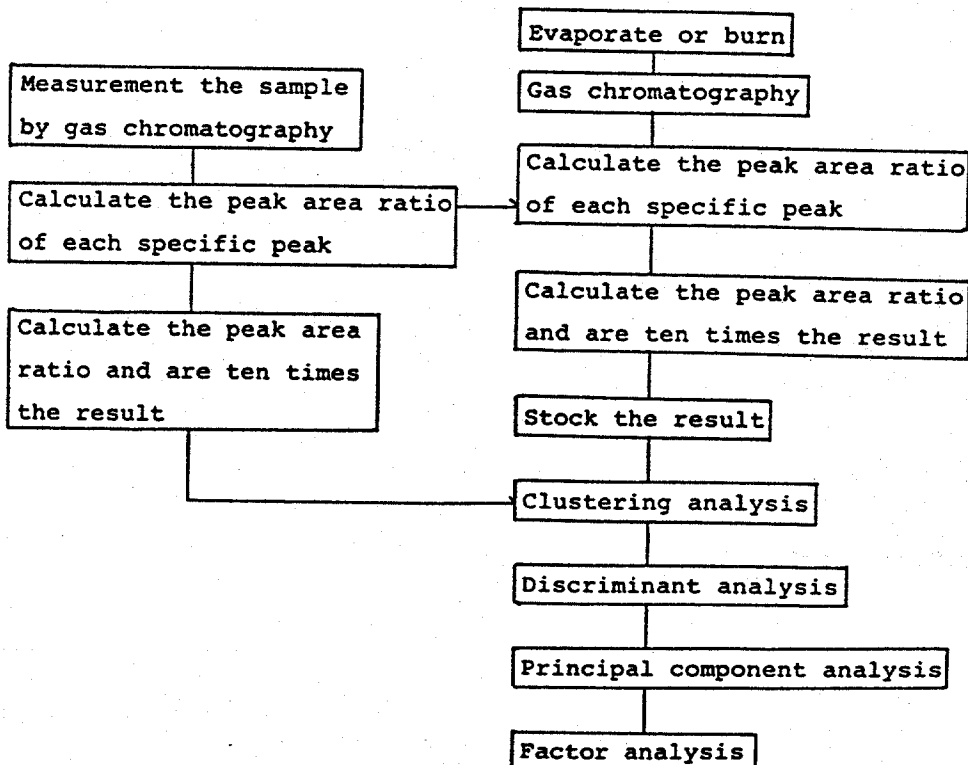


Fig. 2 Flow chart for analysis

Table 4 D:

Input Data

Group number

- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:
- GROUP 1:

Table 4 Data for clustering analysis, discriminant analysis, principal component analysis and factor analysis

Input Data List

Group number	Sample number	Peak number																			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
GROUP 1: NO 1	1	33	32	9	1	13	2	2	2	3	1	2	1	1	0	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 2	2	18	25	8	2	13	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 3	3	9	19	7	2	13	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 4	4	1	8	3	2	12	2	3	3	4	2	3	1	2	1	2	1	1	1	0	0
GROUP 1: NO 5	5	29	30	9	1	13	2	2	2	3	1	2	1	1	0	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 6	6	23	27	8	2	13	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 7	7	13	22	7	2	13	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 8	8	5	16	6	1	13	2	2	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0
GROUP 1: NO 9	9	21	27	8	1	13	2	2	3	3	1	2	1	1	0	1	0	1	1	0	0
GROUP 1: NO 10	10	24	28	9	2	14	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 11	11	22	27	8	2	14	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 12	12	17	24	8	2	13	3	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0
GROUP 1: NO 13	13	31	31	9	1	13	2	2	2	3	1	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0
GROUP 1: NO 14	14	28	30	9	1	13	2	2	2	3	1	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0
GROUP 1: NO 15	15	22	28	9	1	13	2	2	2	3	1	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0
GROUP 1: NO 16	16	8	18	6	1	13	2	2	3	3	2	2	1	1	1	2	2	3	1	0	0
.....																					
GROUP 2: NO 17	17	6	7	9	3	4	3	3	11	3	6	3	2	9	10	6	4	1	2	1	1
GROUP 2: NO 18	18	4	6	9	3	7	3	3	11	3	6	3	2	9	10	6	3	1	1	1	0
GROUP 2: NO 19	19	4	6	8	3	7	2	2	11	3	6	5	2	9	10	6	4	1	2	1	0
GROUP 2: NO 20	20	5	6	9	3	7	3	3	11	3	6	3	2	9	10	6	4	1	2	0	1
GROUP 2: NO 21	21	4	6	9	3	7	3	3	11	3	6	3	2	9	10	6	4	0	2	1	0
GROUP 2: NO 22	22	3	5	7	3	6	2	2	10	2	6	2	2	9	10	6	3	1	1	0	0
GROUP 2: NO 23	23	3	3	7	3	6	2	2	10	2	6	2	2	8	9	6	3	1	1	1	0
GROUP 2: NO 24	24	0	2	4	2	1	3	1	8	2	8	2	1	10	10	7	3	1	1	0	0
GROUP 2: NO 25	25	1	2	4	2	1	3	1	7	2	5	2	1	9	1	7	5	2	3	1	0
GROUP 2: NO 26	26	4	6	9	3	6	3	3	11	3	6	2	2	9	10	6	4	1	2	1	0
GROUP 2: NO 27	27	4	5	8	3	6	2	2	11	3	6	3	2	9	10	6	4	1	2	1	1
GROUP 2: NO 28	28	2	3	7	3	5	2	2	10	2	6	3	2	9	10	6	4	1	2	1	1
GROUP 2: NO 29	29	1	2	4	2	4	1	1	8	2	5	2	2	8	9	5	4	1	2	1	0
GROUP 2: NO 30	30	0	0	2	1	2	0	0	7	1	4	2	1	8	10	6	4	1	2	1	1
GROUP 2: NO 31	31	0	0	0	0	1	0	0	4	1	4	1	1	9	12	8	5	2	3	1	1
GROUP 2: NO 32	32	4	6	9	3	7	2	3	11	3	6	3	2	9	10	6	3	1	1	0	0
GROUP 2: NO 33	33	4	5	8	3	6	2	3	10	3	6	3	2	9	6	6	4	1	2	0	1
GROUP 2: NO 34	34	1	1	3	1	3	1	1	7	2	5	1	2	10	1	8	5	1	2	1	1
GROUP 2: NO 35	35	0	0	1	1	2	0	0	5	1	4	1	1	9	11	8	5	2	3	1	1
GROUP 2: NO 36	36	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	0	0	12	17	16	10	3	6	2	2
GROUP 2: NO 37	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	17	35	48	29	12	23	8	5
GROUP 2: NO 38	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	20	44	71	44	18	38	12	13

Group 1: Gasoline; Group 2: Kerosen
No.1 - 38: see table 1

つまり基礎試料
のため、今回はガ
ソリン

別
せたガソリン
態にもかかわ
ないTable 3
知試料の計算
ニガソリンあ
果を「Gasol-
にうにした。
れにも属さ
る。しかし、
ン50mlを布
灯油のピー
line」とプリ
間の判定に

Table 5 Gas chromatograph analysis of an unknown sample

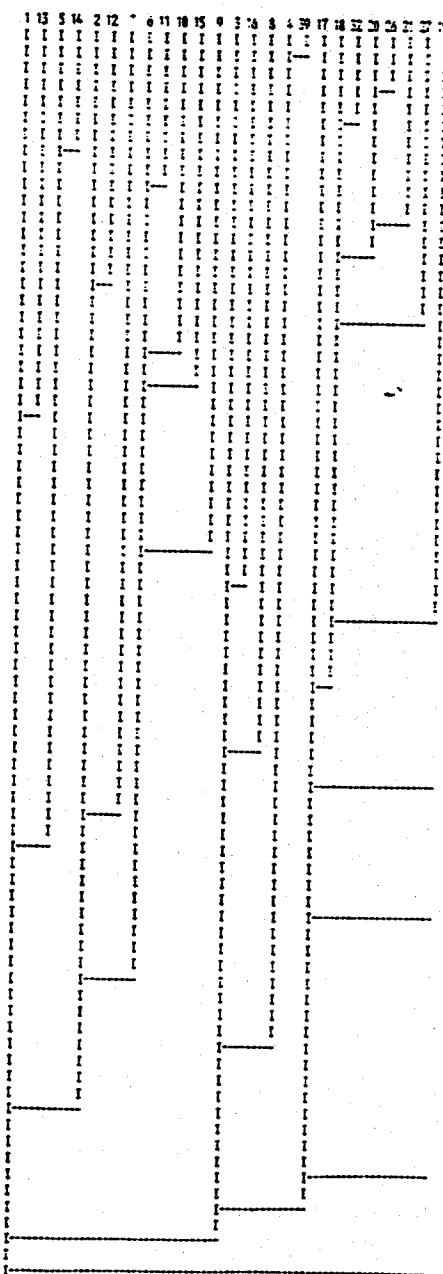
Retention time (second)	Peak area	Peak number for gasoline	Peak number for kerosene
117	4232		
134	7663		
155	15582		
179	83002	1	
214	61595		1
232	32922		2
241	40127		
271	509216	2	
305	207328	3	
322	65680		
332	96620		3
368	97126	4	4
384	772804	5	5
412	159371	6	
429	657413	7	6
450	100287		7
473	185486	8	8
492	217893	9	9
503	265864	10	
531	145396	11	10
541	172149	12	11
580	95097	13	
590	103049	14	12
607	68891	15	
633	97511	16	13
651	71378	17	14
682	76877	18	
701	29500	19	
716	6156		15
814	8261		16
869	25905	20	17
898	11642	21	18
940	169		19
989	4415		20
1040	377		21

5. クラスタ分析

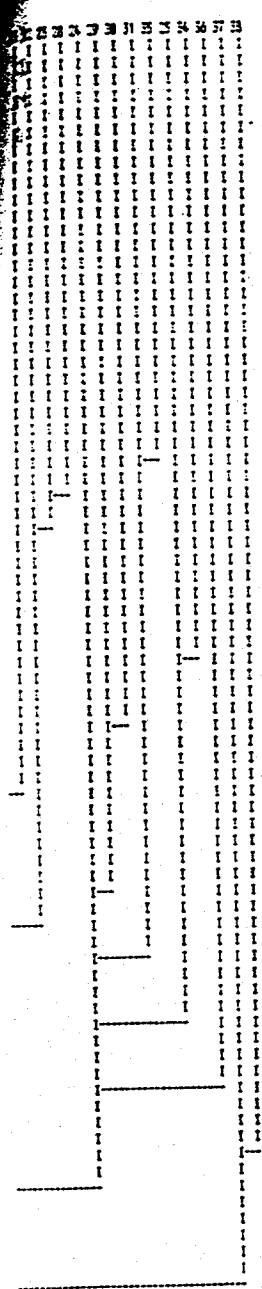
Table 4に示した基礎試料の数値 (No.1-16ガソリン、No.17-38灯油)に未知試料から計算した数値を加えた計39について最長距離法によりクラスタ分析を行う。例えばFig. 3(1)に示したように未知試料 (No.39)はNo.4と最も近いクラスタ間距離を示し、ガソリンを1/50

Fig. 3 Result of clustering analysis.

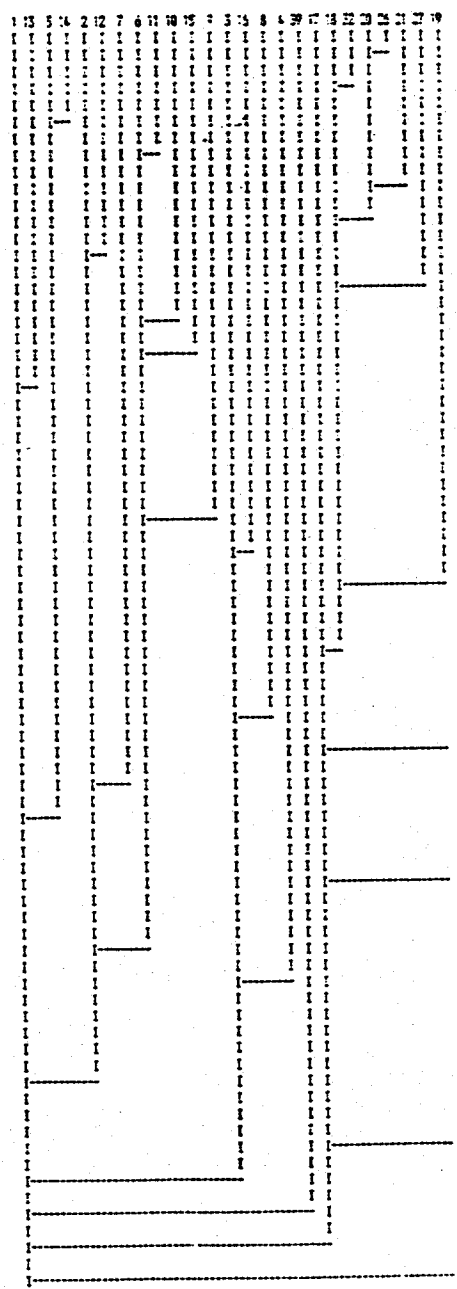
(1)
Sample was identified as gasoline.
(2)
Sample was not identified as gasoline or kerosene.
No.1 - No.16 Gasoline
No.17 - No.38 Kerosene
No.39 Sample



osene.



(1)



(2)

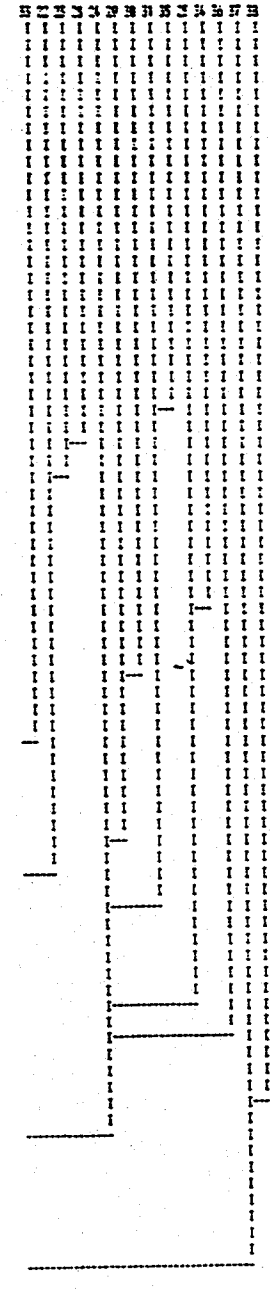


Table 6 Result of discriminant analysis

Coefficients of Discriminant Function

(K 1:	-1.265)
(K 2:	4.013)
(K 3:	-3.589)
(K 4:	-7.624)
(K 5:	0.793)
(K 6:	0.582)
(K 7:	-4.612)
(K 8:	-5.574)
(K 9:	57.135)
(K10:	5.430)
(K11:	-0.705)
(K12:	-22.548)
(K13:	-13.965)
(K14:	-0.179)
(K15:	-1.610)
(K16:	15.217)
(K17:	-2.955)
(K18:	-3.547)
(K19:	-4.154)
(K20:	-7.729)

Standard 39.81420 (linear discriminant function)

Result of Analysis

GROUP 1 NO 1----	135.87100----	G1
GROUP 1 NO 2----	135.76200----	G1
GROUP 1 NO 3----	142.81400----	G1
GROUP 1 NO 4----	136.32700----	G1
GROUP 1 NO 5----	133.94100----	G1
GROUP 1 NO 6----	133.69300----	G1
GROUP 1 NO 7----	136.35700----	G1
GROUP 1 NO 8----	131.08000----	G1
GROUP 1 NO 9----	137.78000----	G1
GROUP 1 NO 10----	133.25800----	G1
GROUP 1 NO 11----	138.77100----	G1
GROUP 1 NO 12----	133.31300----	G1
GROUP 1 NO 13----	137.69500----	G1
GROUP 1 NO 14----	135.74200----	G1
GROUP 1 NO 15----	140.81600----	G1
GROUP 1 NO 16----	134.81900----	G1
.....		
GROUP 2 NO 17----	-101.20200----	G2
GROUP 2 NO 18----	-97.09450----	G2
GROUP 2 NO 19----	-98.47520----	G2
GROUP 2 NO 20----	-99.57630----	G2
GROUP 2 NO 21----	-101.06700----	G2
GROUP 2 NO 22----	-97.54980----	G2
GROUP 2 NO 23----	-99.89390----	G2
GROUP 2 NO 24----	-101.10000----	G2
GROUP 2 NO 25----	-97.88310----	G2
GROUP 2 NO 26----	-94.29130----	G2
GROUP 2 NO 27----	-101.65700----	G2
GROUP 2 NO 28----	-102.20500----	G2
GROUP 2 NO 29----	-95.98540----	G2
GROUP 2 NO 30----	-99.54940----	G2
GROUP 2 NO 31----	-94.98970----	G2
GROUP 2 NO 32----	-98.79160----	G2
GROUP 2 NO 33----	-96.92780----	G2
GROUP 2 NO 34----	-100.35600----	G2
GROUP 2 NO 35----	-101.88700----	G2
GROUP 2 NO 36----	-99.39960----	G2
GROUP 2 NO 37----	-99.25330----	G2
GROUP 2 NO 38----	-98.90490----	G2

Group 1: Gasoline; Group 2: Kesoene
 No. 1 - 38: see table 1
 K1 - K20: coefficient vector

mlまで蒸発させたものに最も類似していると判定できる。さらにこの方法ではガソリン、灯油のいずれにも類似しない物については、Fig. 3(2)に示したようにいずれの基礎試料からも離れた距離を示し、ガソリン、灯油のいずれでもないことが明らかとなる。

6. 判別分析

Table 4のNo.1-16までのガソリンをグループ1 (G1) No.17-38までの灯油をグループ2 (G2) として線形判別関数を計算した。その結果をTable 6に示した。この結果から明らかなようにピーク番号9、12、13、16は両グループ間で明確な差のある数値を示し、判別に利用できるピークである。また計算結果から、G1とG2はきわめて明確に分離している。ついで線形判別関係を用いて未知試料を判別した。例えばTable 7の例では、未知試料はいずれもG1と判別されている。しかしこの方法では特定ピーク間面積比の場合と同様強引にG1、G2のいずれかのグループに判別してしまうため、G1あるいはG2と出力された結果のみで判断するとどちらにも属さない試料については誤った結果を導くことになる。しかし特定のピーク面積比の場合と異なりTable 7に示したように数値が138.94500、805.558000となり、Table 7(1)の138.94500はTable 6のG1の数値131.08000から142.84100の間にありガソリンであることが明確となる。

Table 7(2)の805.558000は灯油よりガソリンに近いものの明らかにガソリンとは異なった物であることが明らかとなる。

7. 主成分分析

Table 4に示した数値と未知試料から計算した数値を用いて各ピーク番号間の数値の平均を求め、偏差値に直した後各ピーク間の相関係数を計算する。ついで相関係数から主成分負荷量を計算し、主成分負荷量から主成分得点を計算する。例として、Table 7(1)に示した未知試料の数値を用いて計算した主成分負荷量の結果をTable 8に主成分得点の結果をTable 9(1)に示した。Table 9(1)の主成分得点結果から、未知試料 (No.39) は基礎試料のNo.4ときわめて類似しており、No.3とも類似していることが判る。さらにNo.1-16までのガソリンの主成分得点と、No.17-38までの灯油の主成分得点は明確にわかれておりTable 1の変化状態程度のガソリン、灯油間の識別も可能である。このように主成分分析の結果から、未知試料がガソリン、灯油のいずれに属しどのような変化状態のものに類似しているかが明らかになる。さらにガソリン、灯油のいずれ

Table

Discr

NO.

G1-

Discr

NO.

G1-

Table

Peak

numb

1-

2-

3-

4-

5-

6-

7-

8-

9-

10-

11-

12-

13-

14-

15-

16-

17-

18-

19-

20-

Facto

11

にも

にNo

した

8.

主

量の

子得

子得

て類

らか

Table 7 Result of discrimination

(1)

Discrimination of Samples

NO. 39: 1 8 3 1 12 2 3 3 4 2 3 1 2 1 1 1 1 0 0 0 ---- 138.94500 ----) G1

G1 ---- Gasoline G2 ---- Kerosene

Sample was discriminated as gasoline.

(2)

Discrimination of Samples

NO. 39: 6 3 9 9 75 64 10 18 21 14 17 9 7 1 1 3 1 0 0 0 ---- 805.55800 ----) G1

G1 ---- Gasoline G2 ---- Kerosene

Sample was not discriminated as gasoline or kerosene.

Table 8 Calculated result of principal component loading

Peak number	Variables Factor Loading																			
1	0.478	-0.718	0.219	0.411	0.037	0.095	0.091	0.094	0.009	0.013	-0.015	0.001	0.006	0.041	0.002	0.011	0.000	-0.022	0.000	-0.000
2	-0.552	-0.774	0.220	0.199	-0.001	0.032	0.033	0.003	0.001	-0.005	-0.010	0.009	0.002	-0.008	-0.000	-0.003	-0.000	0.058	0.000	-0.000
3	-0.774	-0.002	0.504	0.376	0.046	-0.050	-0.013	-0.047	0.004	-0.017	-0.002	-0.000	0.007	-0.065	0.002	-0.015	0.001	-0.020	-0.000	-0.000
4	-0.564	0.648	0.464	0.127	0.032	-0.123	-0.055	-0.091	0.001	-0.019	-0.015	-0.005	0.007	0.063	0.002	-0.022	0.001	0.004	-0.000	0.000
5	-0.706	-0.618	0.282	-0.113	0.102	-0.074	-0.033	0.013	-0.000	0.018	0.109	0.007	-0.001	0.010	-0.003	-0.002	-0.001	-0.002	0.001	-0.000
6	-0.772	0.147	0.404	-0.113	-0.434	0.137	0.021	-0.013	-0.001	-0.039	0.021	0.002	0.003	0.003	-0.001	0.009	-0.000	-0.004	0.000	0.000
7	-0.809	0.076	0.527	-0.172	-0.021	-0.104	-0.084	0.072	-0.001	0.032	-0.037	0.007	-0.065	-0.005	-0.002	0.012	-0.001	-0.000	0.001	0.000
8	-0.212	0.950	0.104	0.172	0.036	-0.041	0.052	-0.042	0.005	0.035	0.018	-0.018	0.009	-0.005	0.003	0.060	0.001	0.009	-0.001	0.000
9	-0.868	0.199	0.272	-0.340	0.027	-0.085	-0.008	0.041	0.005	0.018	-0.036	0.010	0.075	-0.007	-0.003	0.007	-0.001	-0.002	0.001	-0.000
10	-0.041	0.963	-0.056	0.166	-0.123	0.029	-0.054	0.097	-0.008	0.065	0.019	-0.030	0.017	-0.005	0.003	-0.032	0.001	0.010	-0.001	0.000
11	-0.553	0.586	0.369	-0.189	0.260	0.318	-0.010	-0.018	-0.012	0.005	-0.002	0.003	-0.004	-0.001	-0.001	-0.006	-0.000	0.001	0.000	0.000
12	-0.444	0.847	0.017	-0.112	0.077	-0.096	0.232	0.072	0.025	-0.050	0.011	0.006	-0.011	-0.004	0.001	-0.014	0.000	0.005	-0.000	0.000
13	0.783	0.593	0.094	0.146	-0.035	0.003	-0.035	0.020	-0.004	0.012	0.009	0.093	0.008	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	-0.000	0.000
14	0.910	0.228	0.259	0.078	0.083	-0.008	-0.151	0.097	-0.014	-0.087	0.010	-0.018	0.013	-0.001	0.001	0.017	0.000	0.006	-0.000	0.000
15	0.942	-0.017	0.330	-0.012	-0.009	0.004	0.027	-0.006	0.034	0.012	0.000	-0.006	0.001	-0.001	-0.021	-0.003	-0.020	0.000	0.015	-0.019
16	0.942	-0.028	0.330	-0.012	-0.009	0.004	0.027	-0.006	0.034	0.012	0.000	-0.006	0.001	-0.001	-0.021	-0.003	-0.020	0.000	0.015	0.019
17	0.898	-0.205	0.365	-0.094	-0.011	0.004	0.025	-0.007	0.034	0.012	0.001	-0.006	0.001	-0.001	0.081	-0.002	-0.000	0.000	0.000	-0.000
18	0.918	-0.126	0.372	-0.040	-0.010	0.004	0.026	-0.006	0.034	0.011	0.000	-0.006	0.001	-0.001	-0.021	-0.003	-0.020	0.000	-0.029	-0.000
19	0.922	-0.122	0.352	-0.052	-0.010	0.004	0.026	-0.006	0.034	0.011	0.000	-0.006	0.001	-0.001	-0.021	-0.003	-0.020	0.000	0.000	-0.000
20	0.884	-0.132	0.405	-0.043	-0.010	-0.041	0.100	-0.006	-0.140	0.011	-0.001	-0.006	0.001	-0.001	-0.001	-0.003	-0.000	-0.001	0.000	-0.000

Factor Contributions

11.00 5.369 2.164 0.686 0.303 0.185 0.118 0.053 0.027 0.020 0.016 0.011 0.011 0.010 0.008 0.006 0.005 0.004 0.001 0.001

にも属さない試料については、Table 9(2)に示したようにNa 1-38の基礎試料のいずれからも離れた数値を示しガソリン、灯油ではないことが明らかとなる。

8. 因子分析

主成分分析と同様な方法で相関係数から因子負荷量を求め、因子得点を計算する。ついで得られた因子得点結果を比較し識別する。例えばTable 10(1)の因子得点の結果から未知試料は基礎資料のNa 4ときわめて類似しており、Na 7ともやや類似していることが明らかとなる。この方法も主成分分析の場合と同様ガソ

リン、灯油のいずれにも属さない試料についてはTable 10(2)に示したように、基礎試料Na 1-38のいずれからも離れた因子得点を示しガソリン、灯油のいずれでもないことが簡単に識別可能である。

9. 計算結果からの識別

クラスター分析、判別分析、主成分分析、因子分析等の計算結果から未知試料がガソリンか灯油か或いはそれ以外のものかの識別を次のようにして行った。まず特定のピーク間面積比及び判別分析結果から未知試料がガソリンか灯油かいずれかに識別した。ついでク

判定できる。
れにも類似
うにいずれ
ン、灯油

ループ1
として線
6に示し
9、12、
を示し、
果から、
で線形判
able 7の
いる。し
と同様強
しまった
折すると
果を導く
と異なる
4500、
Table 6
リガン

近いも
とが明

た数値
差値
ついで
子負荷
e 7(1)
子負荷
1)に
試料
り、
まで
主成
程度
うに
油の
てい
ずれ

Table 9 Result of principal component analysis

Sampe number	(1)			Sample number	(2)		
	Factor Score				Factor Score		
1	47	35	51	1	53	48	67
2	47	39	52	2	53	48	61
3	46	42	51	3	53	49	57
4	46	47	51	4	53	49	51
5	47	36	49	5	53	48	65
6	47	38	53	6	53	49	63
7	46	41	51	7	53	48	59
8	46	43	45	8	53	47	55
9	46	38	49	9	53	48	62
10	47	38	52	10	53	48	63
11	47	38	53	11	53	49	63
12	47	40	52	12	53	49	60
13	48	35	50	13	52	48	67
14	47	36	50	14	53	48	65
15	47	37	48	15	53	47	63
16	48	42	47	16	52	47	57
17	49	59	64	17	53	53	42
18	49	59	61	18	53	52	42
19	49	61	66	19	52	54	42
20	49	59	61	20	53	52	42
21	49	59	62	21	53	53	42
22	48	59	55	22	53	51	41
23	48	59	53	23	53	50	41
24	47	63	47	24	54	48	36
25	48	59	44	25	52	47	41
26	49	59	61	26	53	52	42
27	49	59	60	27	52	52	42
28	49	60	54	28	52	50	40
29	48	60	43	29	52	47	40
30	47	60	30	30	52	44	40
31	49	59	24	31	50	42	40
32	48	59	60	32	53	52	42
33	48	59	59	33	53	52	42
34	48	59	38	34	52	46	40
35	49	59	29	35	50	43	41
36	56	54	24	36	44	41	42
37	80	49	42	37	20	44	48
38	102	45	58	38	-2	47	54
39	46	48	51	39	45	109	52

No. 1 - 16: Gasoline; No. 17 - 38: Kerosene;
No. 39: Sample

Table 10 Result of factor analysis

Sampe number	(1)			Sampe number	(2)		
	Factor Score				Factor Score		
1	43	37	53	1	54	39	63
2	44	41	53	2	53	42	57
3	44	44	51	3	53	44	54
4	45	48	50	4	52	48	49
5	44	37	51	5	54	40	61
6	43	40	54	6	54	42	59
7	44	42	52	7	53	43	56
8	47	42	46	8	51	44	52
9	45	39	50	9	53	41	58
10	43	39	54	10	54	41	60
11	43	40	54	11	54	42	59
12	44	41	53	12	53	43	57
13	44	36	53	13	54	40	63
14	44	37	52	14	54	40	61
15	45	37	50	15	53	40	60
16	47	41	48	16	51	44	54
17	47	63	60	17	52	54	43
18	47	62	57	18	52	54	42
19	46	65	62	19	52	55	43
20	47	62	57	20	52	54	42
21	47	62	58	21	52	54	42
22	49	61	51	22	51	53	41
23	49	60	50	23	51	53	41
24	51	62	43	24	49	53	36
25	52	57	42	25	48	51	41
26	47	62	58	26	52	54	42
27	48	62	56	27	52	54	42
28	50	61	50	28	50	54	41
29	53	57	40	29	48	51	40
30	57	54	29	30	45	49	39
31	60	51	25	31	43	49	40
32	47	62	56	32	52	54	42
33	47	61	56	33	52	54	42
34	54	56	36	34	47	51	40
35	59	53	30	35	44	50	40
36	66	45	28	36	38	50	43
37	80	43	55	37	23	62	60
38	93	41	79	38	10	72	75
39	45	49	50	39	84	95	69

No. 1 - 16: Gasoline; No. 17 - 38: Kerosen;
No. 39: Sample

ラス
ン、
ソリ
態で
一分
ない
らカ
明ら
10.
火
特定
主成
特定
灯注
主成

クラスター分析、主成分分析、因子分析結果からガソリン、灯油あるいはそれ以外のものかの識別と、もしガソリンあるいは灯油であればどの程度変化を受けた状態であるかが推定できるようにした。さらにクラスター分析、主成分分析、因子分析からガソリンや灯油でないと判定された未知試料についても、判別係数値からガソリンあるいは灯油のいずれに近似しているかが明らかにされるようにした。

10. おわりに

火災で変化を受けたガソリンあるいは灯油の識別を、特定のピーク間面積比、クラスター分析、判別分析、主成分分析、因子分析を用いて検討した。その結果、特定ピークの間面積比、判別分析結果からガソリンか灯油かの識別が可能であった。またクラスター分析、主成分分析、因子分析結果から検査試料がガソリンあ

るいは灯油でどのような熱的変化をどの程度受けたかが明らかとなった。さらにクラスター分析、主成分分析、因子分析結果からはガソリン、灯油のいずれでもない試料についてもその識別が可能であった。

参考文献

- 1) 阿部博, 佐藤正弘: 科学警察研究所報告, 15, 154 (1962)
- 2) 田中昭, 長谷川幸吉, 星野正彦: 同上, 15, 148(1962)
- 3) 山野宏, 神田公郎, 松村忠知: 同上, 16, 208(1963)
- 4) 奥野忠一, 芳賀敏郎, 矢島敬二, 奥野千恵子, 橋本茂司, 古河陽子: 統多変量解析法, P78~235, 日科技連出版社 (1981)
- 5) 同上: 多変量解析法, P160-190, 日科技連出版社 (1981)

Factor analysis

(2)

Sample Number	Factor Score
1	54 39 63
2	53 42 57
3	53 44 54
4	52 48 49
5	54 40 61
6	54 42 59
7	53 43 56
8	51 44 52
9	53 41 58
0	54 41 60
1	54 42 59
2	53 43 57
3	54 40 63
4	54 40 61
5	53 40 60
6	51 44 54
7	52 54 43
8	52 54 42
9	52 55 43
0	52 54 42
1	52 54 42
2	51 53 41
3	51 53 41
4	49 53 36
5	48 51 41
6	52 54 42
7	52 54 42
8	50 54 41
9	48 51 40
0	45 49 39
1	43 49 40
2	52 54 42
3	52 54 42
4	7 51 40
5	4 50 40
6	8 50 43
7	3 62 60
8	7 72 75
9	1 95 69

osen;