自由想起法による匂いの定性的知覚の研究

北海道大学 上 野 吉 一¹

Perception of odor quality by Free Image-Association Test

Yoshikazu Ueno (*Division of General Studies of Behavior, Department of Behavioral Science, Faculty of Letters, Hokkaido University, Kita-ku, Sapporo 060*)

A method was devised for evaluating odor quality. Subjects were requested to freely describe the images elicited by smelling odors. This test was named the "Free Image-Association Test (FIT)". The test was applied for 20 flavors of various foods, five odors from the standards of T&T olfactometer (Japanese standard olfactory test), butter of yak milk, and incense from Lamaism temples. The words for expressing imagery were analyzed by multidimensional scaling and cluster analysis. Seven clusters of odors were obtained. The feature of these clusters were quite similar to that of primary odors which have been suggested by previous studies. However, the clustering of odors can not be explained on the basis of the primary-odor theory, but the information processing theory originally proposed by Miller (1956). These results support the usefulness of the Free Image-Association Test for investigating odor perception based on the images associated with odors.

Key words: olfaction, odor perception, sampling method, multiple variable analysis, odor space.

匂い知覚の研究において、古くから匂いの定性的分類は重要な問題の1つとして扱われている。多くの研究者により原臭の探索と、それにもとづく匂いの分類がおこなわれてきた(たとえば Linnaeus, 1756; Zwaardemaker, 1895; Henning, 1916; 加福, 1942; Amoore, 1964, 1972)。しかしながら、これまで提案されてきた分類からは、匂い物質の物理化学的性質と分類された原臭の関係が満足に説明できない。

そのため、匂いを原臭の組合せで表現できるとする原臭説自体に疑問が投げかけられている。原臭説にとって代わりとうとする考え方の1つとして、嗅細胞全体の応答パターンが匂いの質を規定していると考える across-fiber pattern 説があげられる。原臭説に対し、匂いの質

は実際は連続的なもので、原臭の組み合わせで一義的に少数のカテゴリーに分類することは不可能だと考えられている(たとえば栗原, 1990; 原, 1989)。

一方、知覚された匂いの質の類似度から、匂いの判断をする際に働いているだろう暗黙の基準系を検討するという、心理学的レベルでの匂い知覚のアプローチがある。このような多変量解析を用いたアプローチは、匂いが連続的であろうと非連続的な原臭からできていようと、現象的な匂い知覚を客観的に評価する方法として有効だろう(たとえば吉田, 1964, 1982; Engen, 1971)。

匂いの多変量解析はその前提として、①信頼性があり、②被験者は固定された主観的な基準系に基づき判断するということが必要である(Engen, 1982)。しかし、同じ人間が同じ匂いを知覚し判断したとしても、状況(文脈)や比較の対象によりその結果は大きく変化すると言われる(Johnston, 1968; Engen & Ross, 1973)。こうしたことから Berglund, Berglund, Engen, & Ekman (1973) のように、個人的な影響が大きすぎるため、平均操作による“一般の匂い空間”を構成することは無理であると結論する者もいる。

このように捉えづらい性格を持つ匂い、特に匂いの質の主観的知覚を、どのように体系づけることができるだろうか。本稿では、匂い刺激を呈示し、それから連想された自由なイメージを被験者に記述させる方法(自由想

¹ 本研究でもちいた合成フレーバーは、すべて高砂香料株式会社より提供していただきました。また特に、提供していただくに当たり、高砂香料の高島靖弘氏、豊田高明氏、中村えりさんにご尽力いただきました。ここから感謝いたします。実験に協力していただいた板倉昭二先生(現 大分芸術短期大学)、東海女子大学の学生ならびに京都大学 霊長類研究所の大学院生の皆様に感謝いたします。本研究を進めるにあたり多くの御助言をいただいた松沢哲郎先生(京都大学 霊長類研究所)ならびに藤田和生先生(同)に感謝いたします。

現在の連絡先 京都大学霊長類研究所。

Table 1
匂い刺激に用いられた合成フレーバー

1: シイタケ	2: リンゴ	3: イチゴ	4: バター
5: ツケモノ	6: ローストビーフ	7: グァバ	8: ブルーチーズ
9: タマゴヤキ	10: 紅茶	11: キュウリ	12: ノリ
13: ヨーグルト	14: コーヒー	15: シャケ	16: セロリ
17: 緑茶	18: マツタケ	19: パイナップル	20: ローストポーク

起法 Free Image-Association Test: FIT) により日本人の匂い空間を検討した。この方法は以下のような特徴を持つ。① 匂い間の比較ということを意識させにくい間接比較であり、被験者の課題に対する“構え”による影響が小さい。② 被験者自身の自由な表現にまかせるため、あらかじめ規定した形容語による判断における誘導がない。

方 法

被験者

大学生、大学院生、大学教官(20—40歳)の大学関係者68名(男性12名、女性56名)。

匂い刺激

次に記す3つのカテゴリーから合計27種類の天然のあるいは合成された匂い刺激を用いた。

A: Table 1 に示された20種類の合成フレーバー。いずれも日本の食べ物の匂いである。

B: わが国において匂い知覚を評価するための標準刺激として用いられている T&T オルファクトメーター²の5規準臭、① β -フェニルエチルアルコール、② メチルシクロペンテノロン、③ イソ吉草酸、④ γ -ウンデカラクトン、⑤ スカトール。8段階(−2—5)設定されている匂いの強度の中から、“0”が平均的検知閾値なので、被験者にとり十分に匂いの質を判定できる強さと考えられる“2”を用いた。

C: 被験者にとり経験のない匂いとして、チベットからサンプリングしてきた“ヤクのバター”と“ラマ教寺院の香”の2種類。

手続き

匂い刺激の呈示は“匂い紙法”(吉田, 1982)によりおこなわれた。被験者は自分自身で匂い紙の鼻からの距離を調節し、匂いの質ができる限り判別しやすくするよう

に教示された。呈示時間は特に定めず、被験者自身が十分にイメージが想起できたと判断するまで、匂い刺激を自由に嗅ぐことが許された。実際、被験者が匂いを嗅ぎ始めてから記述し終わるまでに要した時間は、平均約2分だった。バックグラウンドの統制は特におこなわず、換気のみ配慮した。

被験者には、匂い刺激を嗅ぎながらあるいは嗅ぎ終わった後に、想起したイメージを記録用紙にできるだけ多く自由に記述するよう教示された。この際、① 何の匂いか具体的な名前を記述する、② どのような匂いが質的表現をする、の2つの記入欄が設けられた。また、具体的な物の名前をあげることが困難な場合は、その記述を省くことが許された。さらに、一般に匂いに対しては、嗜好性あるいは快適性や、強度に関する反応が強く出ると言われる(たとえば Engen, 1982; 吉田, 1989)。そこで、本実験においては、記述されるイメージがこうした反応だけに帰因することを防ぐために、イメージの記述とは別に、嗜好性(1から5の5段階)と強度(1から3の3段階)をそれぞれ評定させた。

結 果

分析には質的表現の記述内容が用いられた。匂い源の具体的な名前の記述は、質的表現についての記述がない場合に限り補助的に用いられた。具体的な名前の表現を食品フレーバーについてのみ見ると、同定できた数は平均23%、最高35%だった。

全被験者から、総数で2561語、匂い1つにつき平均95語の表現が得られた。これらはまったく同一な表現をまとめることにより、690の語彙に縮約され、さらに、表現している内容や感覚の類似性にもとづき、48種類の語彙カテゴリー(Table 2)に分類された。語彙カテゴリーは吉田(1982)により用いられている“匂いの形容語”42種を参考に、各語彙が特定のカテゴリーに集中しないように配慮して作られた。

48の各語彙カテゴリーの出現頻度にもとづき、それぞれの匂い間の相関係数を算出し、それを類似度と定義した。これらの類似度行列(Table 3)を用い多次元尺度構成法(MDS)により、それぞれの匂いの2次元布置を求めた(Figure 1)。さらに、同じ類似度行列に基づきク

² T&T オルファクトメーターの規準臭としてもちいたスカトールは糞様臭と明示されていたが、本実験においては1人もこれに対応するような表現をもちいた者はいなかった。一方、多くの被験者に“ナフタリン”、“防虫剤”などの表現が目立った。したがって、本実験においてはこの匂いを“樟脳臭”として解釈した。成分に関し調査する必要があると考えられる。

Table 2

1: あたたかい	17: 甘い	33: 人工的
2: アルコール	18: 悪い匂い, しつこい	34: 生臭い(魚臭い)
3: お菓子	19: 苦い	35: 青臭い
4: カビ臭い	20: 軽い, 爽快	36: 草原, 野原
5: キノコ	21: 高揚	37: 動物臭
6: ゴム	22: 山, 森林	38: 乳臭い
7: ソース	23: 酸っぱい	39: 醗酵臭
8: ハッカぽい	24: 刺激臭	40: 腐敗臭
9: ほこりっぽい	25: 樹脂, 木材	41: 粉っぽい
10: リンゴ	26: 重い, ねばる	42: 糞尿臭
11: イチゴ	27: 樟脳臭	43: 芳香
12: 煙臭い	28: 焦げ臭い	44: 薬品臭い
13: 花の匂い	29: 醤油	45: 油っぽい
14: 海	30: 食欲がでない	46: 嘔吐感
15: 干し草	31: 食欲がでる	47: コーヒー
16: 汗くさい	32: スープ	48: その他

Table 3

2	0.642																		
3	0.646	0.845																	
4	0.804	0.768	0.718																
5	0.880	0.654	0.643	0.776															
6	0.556	0.658	0.556	0.542	0.464														
7	0.726	0.773	0.738	0.719	0.726	0.531													
8	0.882	0.565	0.442	0.855	0.633	0.533	0.674												
9	0.405	0.732	0.721	0.762	0.566	0.541	0.631	0.505											
10	0.709	0.734	0.888	0.541	0.486	0.570	0.776	0.390	0.653										
11	0.570	0.746	0.575	0.577	0.657	0.382	0.747	0.631	0.548	0.495									
12	0.667	0.663	0.773	0.654	0.728	0.558	0.640	0.542	0.601	0.510	0.869								
13	0.639	0.827	0.893	0.574	0.663	0.522	0.803	0.650	0.773	0.766	0.623	0.568							
14	0.545	0.720	0.530	0.533	0.456	0.855	0.534	0.607	0.489	0.604	0.423	0.482	0.475						
15	0.290	0.426	0.458	0.399	0.194	0.817	0.360	0.391	0.663	0.311	0.553	0.726	0.418	0.749					
16	0.572	0.706	0.626	0.721	0.676	0.404	0.732	0.721	0.466	0.503	0.692	0.579	0.658	0.420					
17	0.596	0.782	0.554	0.590	0.620	0.351	0.831	0.403	0.384	0.556	0.890	0.696	0.684	0.371					
18	0.880	0.906	0.710	0.717	0.579	0.551	0.756	0.641	0.358	0.783	0.706	0.688	0.703	0.500					
19	0.641	0.543	0.825	0.716	0.644	0.582	0.485	0.920	0.763	0.800	0.749	0.626	0.955	0.583					
20	0.613	0.603	0.585	0.601	0.405	0.780	0.600	0.603	0.700	0.466	0.459	0.660	0.469	0.711					
21	0.500	0.550	0.571	0.538	0.442	0.322	0.673	0.555	0.326	0.544	0.677	0.555	0.588	0.420					
22	0.691	0.556	0.564	0.717	0.625	0.878	0.587	0.743	0.555	0.527	0.681	0.639	0.490	0.832					
23	0.799	0.581	0.595	0.620	0.759	0.432	0.665	0.683	0.342	0.481	0.634	0.653	0.641	0.421					
24	0.724	0.687	0.796	0.754	0.655	0.470	0.770	0.757	0.471	0.636	0.694	0.549	0.867	0.543					
25	0.555	0.328	0.306	0.707	0.446	0.378	0.435	0.455	0.192	0.552	0.655	0.497	0.341	0.443					
26	0.503	0.418	0.465	0.514	0.398	0.371	0.519	0.490	0.245	0.748	0.365	0.395	0.540	0.340					
27	0.784	0.486	0.597	0.638	0.856	0.321	0.600	0.834	0.385	0.411	0.658	0.523	0.649	0.377					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					

・1—20 は Table 1 に準ずる。 ・21—25 は T&T オルファクトメーターの基準臭。
・26 はヤクのバター，27 はラマ教のお香。

0.366												
0.460	0.719											
0.343	0.818	0.777										
0.419	0.702	0.857	0.757									
0.375	0.436	0.341	0.592	0.545								
0.187	0.699	0.680	0.726	0.609	0.398							
0.751	0.654	0.640	0.601	0.577	0.873	0.562						
0.311	0.644	0.551	0.642	0.579	0.538	0.455	0.578					
0.402	0.523	0.699	0.760	0.818	0.618	0.775	0.648	0.633				
0.326	0.399	0.431	0.473	0.371	0.320	0.708	0.553	0.577	0.720			
0.195	0.830	0.637	0.629	0.521	0.252	0.754	0.489	0.449	0.522	0.543		
0.500	0.675	0.644	0.574	0.594	0.539	0.361	0.061	0.753	0.712	0.411	0.413	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	

ラスタ分析(群平均法)をおこない、T & T オルファクトメーターの5規準臭がすべて異なるクラスターに帰属するようにしたところ、7つのクラスターに分かれた(Figure 2)。

考 察

匂い知覚のクラスター

自由想起法を用い、連続的とも思える多様な匂いを7つのクラスターに分けることができた。匂い知覚空間の7つのクラスターの特徴は次のように解釈できる。クラスター1は油っぽく重い、あるいは腐敗臭。クラスター2は甘くさわやか、あるいは多少もったりした感じを示す果実臭。クラスター3は青臭いあるいは花の香りで、かつ清涼感のある草花臭。クラスター4は香ばしさ。クラスター5は香ばしく、生臭く、甘く、食欲を誘う匂い。クラスター6は腥臭、クラスター7は樟脳臭、これら各クラスターの特徴は、これまでさまざまな研究者による分類で原臭とされてきた匂いの特徴ときわめて類似している。匂いの表現は個人間で大きく異なったが、多くの被験者による表現をまとめることにより、それぞれの匂いの平均的なプロフィールが抽出され、物性的な特徴と一致するクラスターを得ることができたと考えられる。

今回と同様に、これまでの研究でも、匂いの質に関するカテゴリー数は4から9程度の範囲に設定されている場合が多い(たとえば Linnaeus, 1756; Zwaardemaker, 1895; Henning, 1916; Croker & Henderson, 1927; 加福, 1942; Amoore, 1964)。G. A. Miller (1956) は、人が多数の刺激を分類する際に安定して用いることのできるカテゴリー数は 7 ± 2 程度であることを示し、これは人の情報処理能力の制約によるものだと主張した。この主張は本実験のような包括的な特徴の絶対判断にもとづく匂いの分類にも当てはまるものと思われる。実際、匂いは複数の知覚次元により構成されているにもかかわらず、ほとんどの被験者は、各匂い刺激に対し1つの特徴しか指摘しなかった。つまり、被験者は複数の次元それぞれの知覚を自ら分析し、その合成物として匂いを判断していたのではなく、包括的な特徴の知覚にもとづいて匂いの質を判断し、カテゴリー化していたのだと思われる。したがって、今回抽出されたクラスターの数7になったのは、当該の匂い刺激自体が持つ性質に帰因しているのではなく、人自体の情報処理能力の制約によるものと考えの方が妥当だろう。

こうした処理能力の制約が存在する可能性は、たとえば Laing & Francis (1989) により検討された、匂いを混合していったとき分類し同定できる限界数が5となり、Miller の推定する 7 ± 2 に一致するという結果から示唆される。また、Johnston (1968) により示された、

“腐敗臭”においてサブカテゴリー数が9になったという結果も、同様に人の情報処理能力上の制約による影響と予想される。

このように、匂いのクラスタリングが、原臭ではなく人の情報処理能力に帰因すると考えるならば、従来提案されてきた匂いの分類の多くはこうした制約のもとに引き出されたと考えられる。原臭を否定する立場から、これまでの分類自体を単に歴史的なものとなし、このように新たな視点からの解釈によりその価値を見直すことの可能性を示唆したい。

自由想起法の利点

自由想起法 (Free Image-Association Test) は、被験者が匂いを嗅いで知覚したものを自分の表現を使用し記述するといった、きわめて直接的な反応の記録であり、かつ被験者に対する操作性が低い方法と言える。

匂いを語句により捉えようとする場合、匂いの質的变化を示す何らかの尺度と対応した匂い表現が言語上未発達であるために、実験者と被験者の間で語句の使用に関し厳密な一致を見い出せず、いずれかの段階で語句の操作に実験者の恣意が反映してしまう。従来の方法では語彙にあらかじめ統制を加え、反応を誘導的に限定してしまう。それに対し、反応に制限をほとんど与えない自由想起法は新たな方法として注目できるだろう。

この方法を用いるにあたり、被験者の“構え”をできる限りつくらせないということは重要と考えられる。今回は次の3点に統制をおこなった。① 意識的な類似性の比較。② 嗜好性や強度のみへの注意。③ 連想される具象名のみを列挙。これらにより、匂いを嗅がされることに対するさまざまな“構え”を緩和し、質やイメージの表現のより多くの抽出が試みられた。これまでの多くの官能検査で、嗜好性や強度が類似性を決める主要因として取り出されやすかった(たとえば吉田, 1989)。しかし、今回は別個に記述させることによりその要因をかなり抑え、知覚の内容を分析的に表現させることに成功した。

以上から、自由想起法は匂いの多面的な質ないしは匂いから連想するイメージの基礎的な関係を概観する目的において、個人の自由な発想・表現にもとづき、より強く主観を生かし得る有効な方法だと言える。

匂い知覚の認知科学的・情報処理論的研究は、実質上まだその緒についたばかりであり、今回の研究もまだ予備的段階に過ぎない。このような研究をさらに進め、匂い物質の化学・物理学的性質あるいは神経生理学的な機構上の性質と比較することにより、匂いの知覚特性の理解を一層深めることが可能になるだろう。

引用文献

- Amoore, J. E., Johnston, J. W., Jr., & Rubin, M. 1964 The stereochemical theory of odor. *Scientific American*, **210**(2), 42-49.
- アムーア J. E. 原 俊昭(訳) 1972 匂い：その分子構造 恒星社厚生閣
(Amoore, J. E. 1970 *Molecular basis of odor*. Springfield: Thomas C. C.)
- Berglund, B., Berglund, U., Engen, T., & Ekman, G. 1973 Multidimensional analysis of twenty-one odors. *Scandinavian Journal of Psychology*, **14**, 131-137.
- Crocker, E. C., & Henderson, L. F. 1927 Analysis and classification of odors, an effort to develop a workable method. *American Perfumer and Aromatics*, **22**, 325-327, 356.
- Engen, T. 1971 Olfactory psychophysics. In L. M. Beider (Ed.), *Handbook of sensory physiology*. Vol. IV. *Chemical senses 1: Olfaction*. New York: Springer-Verlag. Pp. 216-244.
- エンゲン T. 吉田正昭(訳) 1990 匂いの心理学 西村書店
(Engen, T. 1982 *Perception of odors*. New York: Academic Press.)
- Engen, T., & Ross, B. M. 1973 Long-term memory of odors with and without verbal descriptions. *Journal of Experimental Psychology*, **100**, 221-227.
- 原 俊昭 1989 匂いの諸説 高木貞敬・渋谷達明(編) 匂いの科学 朝倉書店 Pp. 10-18.
- Hennig, H. 1916 *Der Geruch*. (rev. ed.) Leipzig: Barth. (Revised 1924)
- Johnston, J. W., Jr. 1968 The essential nature of the putrid odors. In N. Tanyolac (Ed.), *Theories of odors and odor measurement*. Bebec, Istanbul: Robert College Research Center. (Engen, T. 1982 に引用)
- 加福均三 1942 にほひ 河出書房
- 栗原堅三 1990 味覚・嗅覚 化学同人
- Laing, D. G., & Francis, G. W. 1989 The capacity of humans to identify odors in mixtures. *Physiology and Behavior*, **46**, 809-814.
- Linnaeus 1756 *Odors medicamentorum. Amoenitates Academicæ*, **3**, 183-201.
- ミラー 高田洋一郎(訳) 1972 心理学への情報科学的アプローチ 培風館
(Millar, G. A. 1956 The magical number seven, plus or minus two: Some limits in our capacity for processing information. *Psychological Review*, **63**, 81-96.)
- 吉田正昭 1964 有香物質の分類に関する計量心理学的研究(3) 心理学研究, **35**, 1-17.
- 吉田正昭 1982 化粧品品の香の「情感」 心理学評論, **25**, 145-162.
- 吉田正昭 1989 香りの情感——「化粧品」—— 高木貞敬・渋谷達明(編) 匂いの科学 朝倉書店 Pp. 250-258.
- Zwaardemaker, H. 1895 *Die physiologie des Geruchs*. Leipzig: Engelmann.

——1991. 7. 29. 受稿, 1992. 5. 9. 受理——