

Background information on the sense of smell and stereochemical theory of odor

韓 相 龍

(太平洋技術研究所)

태고적 아주 먼 옛날 인간이 동물을 사냥하고 식물의 열매를 따고, 바다나 강, 호수 등지에서 물고기를 잡아먹고 지내던 그당시 인간의 코는 지금처럼 둔화되지는 않았다고 한다. 그때만해도 짐승처럼 후각세포로써 모든 상황을 판단, 먹이를 구했으니까. 이는 프랑스 박물학자 Lamarck(1744~1829)의 용불용설(the theory of use and disuse)처럼 생활의 안정에 의해 후각이 점차 퇴화되어 버린 것이다.

장미꽃은 장미꽃만이 가지고 있는 독특한 향기를, 오렌지는 오렌지만의 고유 냄새를 가지고 있듯이, 모든 물질은 그 고유의 냄새를 가지고 있기 때문에 서로 다르다는 것을 후각으로 판정할 수 있다. 그러나 그 차이를 묘사하거나 설명하는 것은 쉬운 일이 아니다.

色에는 3原色이 있고 그 혼합으로 여러가지 다양한 색상을 만들어 낼 수 있다. 또 맛에는 단 맛, 짠 맛, 신 맛, 쓴 맛의 4가지 맛과 溫, 冷, 痛, 壓感으로 감각을 表現할 수 있다. 그러나 냄새라는 것은 그와 비슷한, 잘 알려진 냄새를 기준으로 비교하는 방법외에는 거의 구분할 수 없다.

따라서 이를 인지하는 후각은 명백히 하나의 화학적 감각이며, 0.1ppm 정도의 낮은 농도에서 구분할 수 있는 정밀한 분석방법이기도 하다.

1. 嗅覺器管

1) 코의 구조 및 吸着과정

Fig. 1의 후각부를 보면 鼻腔(코속)에는 Turbinate bone(甲介骨), olfactory area(嗅覺

部), olfactory bulb(嗅口)로 크게 나눌 수 있다. 비강 천정에 호흡점막과 색이 다른 점막이 있는데, 이곳에 냄새를 느끼는 후각세포가 2천만에서 1억개 정도 밀집해 있다.

J. Amoor의 이론에 따르면, 小胞를 통해 들어오는 확산된 상태의 物質粒子는 후각세포내의 嗅覺究起와 분자크기에 따라 결합하고(key and lock theory), 이때 발생하는 자극은 후각신경 섬유 조직을 통하여 大腦에 전달, 그 物質의 냄새를 감지하게 된다.

점액을 분비하는 嗅粘膜세포가 후각세포를 지지하고 있는데, 전자현미경으로 관찰하면 7, 8각형으로 그 정점에 Bauman腺 혹은 嗅腺이 있고, 粘液을 분비하는 出口가 된다. 분비된 점액은 언제나 후각세포의 표면을 둘러싸고 嗅粘膜을 형성하는데, 이 후점막은 향기를 느끼는 민감한 부분으로써, 후점막과 잡개골 사이 공간을 嗅覺領域이라 한다.

구강내에서 인두로부터 후두에 이르기까지 췌관신경과 미주신경이 분포되어 부후각신경영역을 이루게 되는데, 냄새에 대한 감지능력은 거의 없다.

전술한 바와 같이 Amoor는 냄새분자가 감각 수용막과 접할 때 전기적 pulse가 발생하고, Fig. 4의 B에서 A로 전류가 흐르게 된다. 후각세포가 후신경에 옮기는 B 부분에서는 전기신호가 발생, 대뇌에 전달된다. A부분에서 냄새분자의 흡착은 전기적으로 일어나는데, 점액중의 Na^+ , Cl^- 등의 이온이 관여한다.

또한 냄새분자의 종류와 농도에 따라 반대 극

성을 띠는 억제전위도 일어나고, 이것이 자발적으로 발생하고 있는 전기신호를 일시적으로 정지시키기 때문에 식별할 수 있다.

2) 후각신경계의 정보처리

비강의 천정부분은 두꺼져골로 구성되어 있으며, 후각세포에서 나온 후각신경은 이 뼈를 통해 두뇌로 연결된다. 제 1차 중추는 후각세포의 원반 모양에 들어가 있어, 여기에서 나온 신경은 제 2차, 제 3차 중추의 뒷부분과 연결된다.

후각중추는 냄새의 미세한 차이나 향기 성분의 식별 등 知的인 일을 행하는 후피질계와, 호흡·혈압·배설 등의 생리대사를 조절하는 후심부계로 나뉘어진다.

최근 원숭이를 재료로 한 연구에 따르면 제 3차 중추는 전두엽과 연결되었으며, 사람이 맛있는 냄새를 맡고 갑자기 空腹을 느끼는 것은 이 중추에 의한다.

2. 嗅覺學說

지구상에 약 200만종의 화합물이 있는데 1/5인 40만종이 고유한 냄새를 갖는다. 냄새라는 것이 확실히 존재하고, 또한 인간도 냄새를 구별할 수 있다면, 그 정체는 과연 무엇인가?

로마시인 Lucretius는 구개에 여러가지 모양과 크기를 갖는 미세한 구멍이 있고, 냄새를 가진 모든 물질은 일정한 모양의 분자를 발산하기 때문에, 이 분자들이 구개에 있는 미세한 구멍에 꼭 끼어들어갈 때 냄새가 인지된다는 가설을 제안하였다.

따라서 물질이 성질상 어떤 냄새를 갖기 위해서는 그 물질에 어떠한 기본적 특성이 있어야 하는데 그 필수조건으로써,

첫째, 휘발성이어야 한다. 예로써 쇠덩어리와 같은 물질은 실온에서 그 분자가 공기중에 증발하지 않아 전혀 냄새가 없다.

둘째, 매우 미량이라도 물에 녹아야 한다. 이는 물에 전혀 녹지않을 경우 그 물질의 증기가 신경 끝의 표면을 덮고 있는, 돌기가 많은 얇은 막을 통과해서 신경으로 전달되기 어렵기 때문이다.

세째, 또한 지용성이어야 한다. 세포 표면막을 형성하는 지방막을 뚫고 신경끝에 분자들이 전달되어야 하기 때문에, 이상과 같은 기본특성을 제외하면 냄새를 가진 물질의 성질은 매우 다양해져 일관성이 없는 것처럼 보인다.

19세기 이후 유기화학의 발달로 알콜공업이 발전, 合成香料로 값비싼 천연향료의 일부를 대용하게 되었다. 화학자들은 향료제조업자들을 위하여 많은 냄새를 합성하였으며, 향료 분자내의 탄소쇄에 가치를 붙이면 향료분자의 香특성이 현저히 증가한다는 일반론을 정립하였다.

1756년 Linne는 기본향으로써 방향취, 쾌향취, 화향취, 산취, 마늘취, 산양취, 토끼취의 7종류로 구분하였고, 1895년 Zwaardemaker는 ether취, 방향취, 사향취, 초취, balsam취, 불쾌취, 레몬취, capric acid취, 토끼취의 9종류로, 1915년 Henning은 기하학적 측면에서 prism 설을 제창, Fig. 5처럼 과실취, 수지취, 초취, 약취, 화향취, 약미취의 6종류로 구분하였다.

1927년 구로시카와 벤탐손 두사람 공동으로 기본냄새를 아주 간단히 4종류 즉 산취, 방향취, 초취, capric acid취로 구분하였고, 1942년 日本의 가부군삼은 Fig. 6의 입방체설을 주장하였다. 즉 약미취, 수지취, 과실취, 화향취, 약취, 초취, 산취, 성취(생육취).

1949년 스코틀랜드의 R. W. Moncrief는 후각의 체계는 몇몇의 기본냄새와 이에 대응하는 접수체세포(receptor site cell)로 구성되며, 냄새 분자가 후각세포의 receptor site와 결합하는 것으로서 이루어진다고 주장하였는데, 이는 2,000년이 지난 Lucretius의 가설과 유사하며, 효소와 기질의 결합, 항원과 항체의 결합, 단백질 합성 및 유전인자에 관계되는 DNA, RNA 등의 核酸에서 설명하는 key와 lock의 개념을 바탕으로 하고 있는 것이다.

그러나 그는 기본냄새와 이를 접수하는 receptor site의 모양을 규명하지 못해 더이상의 발전이 없었다.

전술한 여러가지 가설외에 1935년 A. Muller는 냄새분자와 삼투성 접수체간의 쌍극자—쌍극

자 상호작용, 정전기적 힘, 水和作用, van der Waals力에 의해 세포내의 phosphorylated된 화합물과 반응, 후각을 느낄 수 있다고 주장하였다.

이들을 綜合하여 1952년 John E. Amoore는 기본냄새를 7가지로 구분하고, 이 기본냄새에 대응하는 receptor site의 크기, 모양, 화학적 친화력에 대하여 「후각의 立體化學說」을 발표하였다.

그는 기본냄새를

1. camphoraceous(장뇌냄새)
2. musky(사향냄새)
3. floral(꽃향냄새)
4. minty(박하냄새)
5. ethereal
6. pungent 또는 stinging(독소는 냄새)
7. putrid(썩는 냄새)

의 7가지로 구분하고, 1—5는 key lock설에 의한 물리적 냄새로, 6, 7은 key lock이 성립되지 않는 화학적 냄새로 다시 구분하였으며, 후자의 pungent odor는 전자가 부족하여 陽電荷를 띠는 친전자성으로, putrid odor는 이와 반대로 친핵성의 과잉전자를 갖는 물질이라 설명하였다.

camphoraceous odor를 기본냄새로 결정할 때에는 600여종의 유기화합물 중에서 100여종 이상이 cederwood향을 가지고 있음으로 공통분모로써 택하였고, 이와 같은 확률론적인 방법에 의해 7개의 기본냄새를 구분하였다.

camphoraceous 냄새를 갖는 화합물의 분자모델을 검토하여 보면, 모두 球型이고, 분자크기도 약 7\AA 정도가 된다. 따라서 장뇌냄새의 접수체는 지금 약 7\AA 정도의 반구형이어야 한다.

이와 같은 7개의 기본냄새와 이에 대응하는 각각의 접수체를 Fig. 7에 수록하였다.

Amoore는 가설외에도 이를 증명하고 있는데, 실험 1: 특별한 모양을 갖는 분자를 합성하고 이들이 미리 예측되는 냄새를 갖고 있는지에 대하여 조사하면?

3개의 C—C결합이 있고 한 개의 C—H결

합을 갖고 있는 $-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\overset{\text{H}}{\text{C}}-$ 는 Fig. 7의 ①과 같은 막대형의 ethereal receptor site나 ④의 floral receptor site와 결합할 수 있다. 따라서 이 분자는 즉 냄새의 조합에 의해 3개의 냄새를 가질 수 있고 또한 과실향을 가질 것이다. 만일 4번 탄소에 수소대신에 비교적 부피가 큰 methyl기나 butyl기를 치환시키면, 이 치환기에 의해 이들 분자는 ④의 연모양 꼬리나 ⑤의 췌기형 접수체에 끼어 들어가기 어렵게 된다. 대신에 이들은 ①의 막대모양에는 쉽게 끼어 들어가므로 이 분자는 ether 냄새를 풍기게 될 것이다.

Georgetown大學의 Johnstone은 panel test와 Johnstone이 설계한 olfactometer로써 上記 두 물질의 향을 검토하였는데, 가정과 실제가 일치되었다. 즉 수소를 갖는 처음 물질은 과실향을 치환된 물질들은 ether 냄새를 가졌다.

따라서 芳香族 화합물의 냄새가 치환기의 위치 변동에 따라 급격한 차이가 있다는 說은 이러한 立體學說로써 분자의 전체적인 모양의 변화에 기인하는 것이다.

실험 2: 기본냄새를 혼합하여 복잡한 天然香을 얻을 수 있을까?

히말라야杉의 냄새를 연구한 Amoor는 비슷한 냄새를 갖는 화합물이 장뇌香, 사향, 꽃향, 박하냄새의 receptor site와 결합함을 보고하였고, 이에 따라 Johnstone은 4가지의 기본냄새를 조합, 86번째에 히말라야杉香과 일치시켰다.

이러한 조합과정에서 분자식은 다르지만 동일한 기본모양을 가진 화합물을 첨가할 때에는 비슷하다는 의견이 많았고, 逆으로 기본모양이 다른 화합물을 첨가하였을 때에는 성질이 다른 향이 첨가됨을 panel test대상자들이 즉시 인지하였다.

실험 3: 기본모양의 의의에 관하여,

화학구조식이 매우 다양하지만 ③의 원반형 모양을 가지고 있는 화합물들의 panel test에서 전문가들은 모두 사향(musk odor)가 난다고 보고함으로써, 분합모양에 대한 냄새분자—접수체

의 모델이 확인되었다.

따라서 Amoor의 실험은 입체화학설을 간접적으로 증명하고 있을 뿐이다. 후각기관에서 分化된 접수체가 실제로 존재하는가에 대한 실험은 벌, 토끼, 쥐, 원숭이 등에서 실증되었고, 최근에 MIT의 R.C. Gestland는 개구리 후각신경세포에서 발생하는 전기자극은 기록함으로써 한걸음 더욱 진전되었다.

지금까지 소개한 후각에 대한 가설 중 어느 하나 부인할 수 없는 현재 후각에 대한 과학

은 生物學, 生理學, 醫學, 化學, 物理學 등 건반적인 기본학문의 참여가 이루어져야 더욱 심화될 것이다.

Reference

1. 香리의科学(阿部正三)
2. Scientific American 1964년 2월호
by John. E, Amoor 외 2名
3. Sence of smejj(高木貞敬)
4. Molecular Basis of odor, John E. Amoor

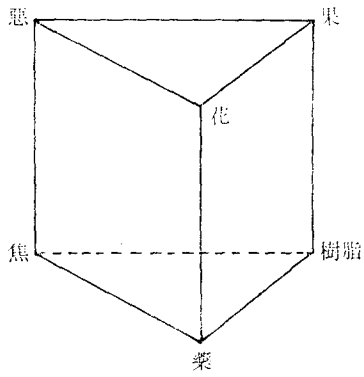


Fig. 5, Prism說

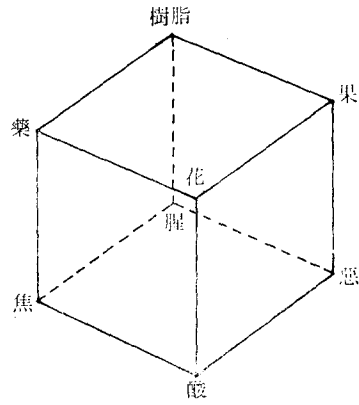


Fig. 6, 立方體說

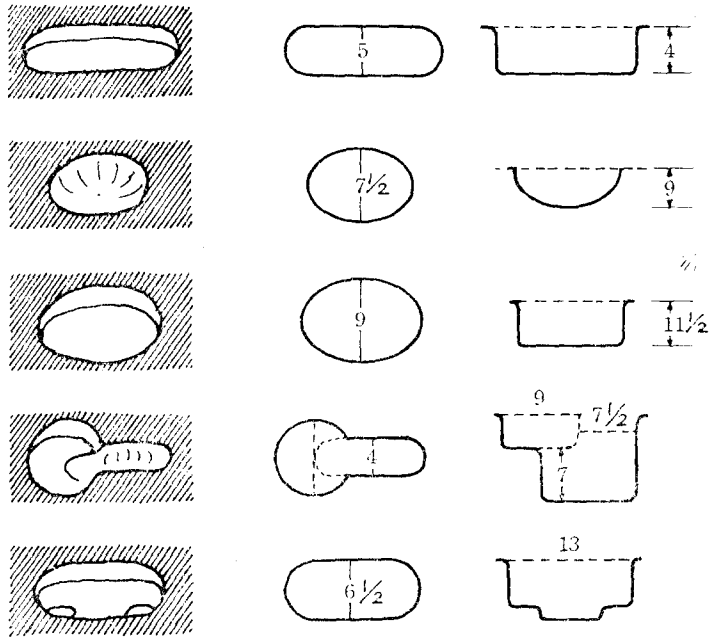


Fig. 7, primary odor receptor sites.