국내외기술정보

감각센서의 개발과 이용

최 희 돈
농산물이용연구부

1. 머 리 말

식품의 품질을 구성하는 주요한 요소로는 크게 나누어 양적요소, 영양위생적 요소 및 관능적 요소로 나눌 수 있다. 양적 요소는 식품의 품질을 평가하는 가장 1차적인 요소로서 무게, 부피, 갯수, 고형분함량 등 양적으로 측정하거나 계산할 수 있는 요소를 의미하고, 영양위생적 요소는 외관적으로 감지할 수 없는 요소로 화학적 조성, 영양소의 질, 영양저해요소의 유무, 이물질의 혼입 등을 들 수 있다. 이상의 양적요소와 영양위생적 요소가 관계당국에 의해 기준이 설정되어 통제.감시되는 품질요소인 반면에 관능적 요소는 사람의 오관(五官)을 통하여 감지되고 평가되는 품질로, 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 등 감각기능의 형태에 따라 이들을 자극하는 요소를 물리화학적으로 규명하고 분류할 수 있다.

일반적으로 식품의 관능적 품질요소를 외관(appearance), 풍미(flavor) 및 조직감(texture)으로 분류하는데, 외관은 색채, 크기, 형태와 같은 시각적 요소들이고, 풍미는 냄새와 맛을 포함하는 후각, 미각적 요소들이며, 조직감은 근육운동에 의하여 느껴지는 성질과 촉각, 청각에 의해 감지되는 요소들이다.

이와같이 관능적 요소를 분류.정의하는 것은 이들을 정량적으로 측정하기 위함으로, 종합적으로 느껴지는 관능적 품질을 물리, 화학적 개념으로 분류함으로써 화학적 분석이나 물리적 측정으로 그 양과 크기를 알 수 있으며 이들 개개의 측정된 관능요소들을 종합함으로써 어떤 식품의 관능적 품질을 객관적으로 표현할 수 있다. 그 측정방법으로는 주관적인 방법인 관능검사법과 객관적인 방법인 기계적 측정법이 있다. 관능검사법은 식품에 대한 개개인의 기호도의 차이, 식별능력의 차이, 표현방법의 차이 등에 의해 재현성있는 결과를 얻기 힘들다. 기계적 검사법은 물리적으로 의미있는 절대값을 재현성있게 얻을 수 있으며 측정자의 기분이나 주위환경에 영향을 받지않으나 항상 그 타당성을 관능검사를 통해 비교 확인하여야 하며 높은 상관관계가 인정될 때에만 비로소 사용가치가 있다. 이와같이 2가지 방법이 다 문제점을 지니고 있기 때문에 최근에는 오감(五感)을 재현하면서 사람이 지닌 주관적이고 애매한 감각을 정량화할 목적으로 감각센서에 대한 연구와 개발이 이루어지고 있다.

과학기술의 발전과 더불어 감각센서는 시각, 청각, 촉각(빛, 소리, 압력)이라 불리는 단일의 물리량을 만족시키는 것에서 부터 미각과 후각을 포함한 종합적 정보를 만족시키는 것에 까지 요구가 높아지고 있다. 그래서 예를들어 시각에서는 CCD 비디오 카메라가, 청각에서는 microphone, 촉각은 온도계 및 압력계가 보급되어 있다. 이와 같은 센서를 물리센서라 하는데 물리센서가 비교적 쉽게 개발.보급되어 있는 것에 비하여 미각 또는 후각센서는 아직까지 미발달 단계에 있는데 이는 미각과 후각에서는 단일의 양이 아니라 매우 다양한 종류의 화학물질을 복합적으로 수용하고 있기 때문이다.

일반적으로 미각과 후각을 대행하는 센서는 화학량을 수용하는 화학센서일 것이다. 그런데 대표적인 화학센서가 효소를 고분자의 막에 흡착시킨 효소센서인 점과 물리센서가 빛과 압력이라는 특정의 양을 선택하도록 만들어져 있는 사실에서도 알 수 있듯이 화학센서도 물질선택성이 중요시되어 개발이 진행되어 왔다. 실제 지금까지의 센서의 정의는 고선택성과 고감도에 있었다고 해도 과언이 아니다. 그러나 수많은 미물질 또는 향기물질을 함유한 식품을 선택성이 높은 센서로 미각 또는 후각을 감지하기에는 현실적이지 않다.

따라서 미각, 후각센서에서는 미물질간, 향기물질간의 상호작용이라는 감각현상을 재현할 수 있어야 한다. 예를들어 서로 상대방을 강하게 하거나(감칠맛간의 상승작용), 약하게 하는 효과(쓴맛과 짠맛간의 억제효과)가 그렇다. 따라서 미물질간, 향기물질간의 상호작용에 대한 표현을 하지않고 미각, 후각을 종합적으로 논하는 것은 불가능하다.

지금까지 미각, 후각의 세계에서는 '사람의 혀와 코가 믿음'이라는 풍조가 있었지만 이 상황은 여기에서 소개하는 미각,후각센서의 등장으로 크게 달리 생각해야 할 시기에 이르렀다고 할 수 있다. 이들 센서는 사람이 느끼는 맛과 향을 출력하는 동시에 그 감도,내구성이 사람을 능가하고 있다.

그리하여 본고에서는 후각과 미각의 기본 메카니즘과 이를 이용한 후각, 미각센서에 대한 지금까지의 연구현황과 그 이용에 대해 기술하고자 한다.

2. 후각센서의 원리

인간이 향을 느끼는 것은 향기 물질이 코의 후각세포(Olfactory cell)에 어떤 작용을 일으킨 결과 뇌가 향의 존재를 지각하기 때문이다. 향을 감지하는 부분은 비강(鼻腔)의 천정부분에 있는 후각상피(嗅覺上皮, Olfactory epithelium)이고, 이 부분에는 수많은 후세포(嗅細胞)가 밀집하고 있다. 후세포의 상단에는 후선모(嗅線毛, Olfactory hair)가 돋아있어 많은 향을 수용하기 위해 표면적을 증대시키고 있다. 향은 이 후선모 부분에서 수용되는데 향기물질이 후선모에 흡착하면 후세포의 막전위가 변화하고 임펄스를 발생한다. 다수의 후세포로부터 발생한 임펄스정보는 최종적으로 뇌에 도달되고 향을 인식하는 것이다.

후세포의 수용막(受容膜) 부분은 지질과 단백질로 구성되어 있지만 향기물질이 수용되는 부분은 지질부분인 것으로 알려지고 있다. 실제 생체막과 유사한 지질 단분자막과 리포좀을 이용한 실험에 의해 확인되고 있다.

이러한 사실은 불안정해서 다루기 어려운 생체

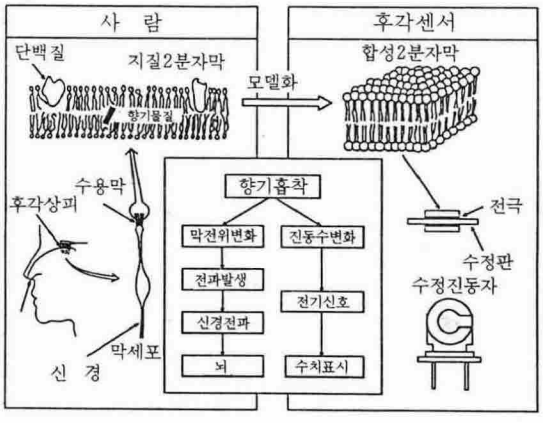

그림 1. 사람의 후각기구와 센서의 감지기구

막을 사용하지 않고 단순한 지질막으로 간단하게 향을 감지할 수 있다면 지질막을 후각센서로 이용할 수 있는 가능성을 시사하고 있다. 지질막으로 향을 감지하기 위해서는 어떠한 방법을 이용하여 막에 흡착한 향기물질을 측정할 필요가 있다. 그리하여 본 센서에서는 초미량 천칭으로 알려져 있는 수정진동자의 표면에 합성 2분자막(생체막과 똑같이 분자2층구조를 형성하는 합성지질)을 피복하고 막에 흡착한 향기물질의 중량을 측정하는 방법을 이용하고 있다.

이 센서에 향기물질이 도달하면 합성 2분자중에 향기물질이 흡착하여 막중량이 증가하고 그 결과 수정진동자의 진동수가 감소한다. 향기물질 흡착전후의 진동수의 차를 측정함으로써 향기물질의 흡착중량을 감지할 수 있다.

수정진동자의 표면에 흡착물질이 있으면 진동수가 감소하고 그 변화량($\triangle F$)은

$$\triangle F = 1.12 \times \triangle M$$

이다. 여기에서 $\triangle M$은 흡착물질 중량(ng=10^{-9} g)이다. 즉 0.89ng의 중량증가에 의해 1Hz의 진동수 변화를 부여하는 것이다.

합성 2분자막과 인간의 후각부위인 후각상피세포를 막물질로 수정진동자에 피복하고 향을 흡착시켰을 때의 막으로의 분배계수와 향의 강도를 도식한 결과를 그림 2에 나타내었다. 향 강도와 막으로의 분배계수는 합성 2분자막, 후각상피세포 어느 것이나 다 양호하였고또 합성 2분자 막을 피복한 경우 후각상피세포를 피복한 것과 같은 거동을 나타낼 뿐 아니라 단위 막 중량당으로는 사람의 후각상피세포 이상으로 향 흡착이 쉬움을 나타냈다. 이는 합성 2분자막이 단백질 등을 함유하고 있지 않기 때문에 단위 중량에 해당하는 지질의 양이 후각상피세포보다 많음에 의한 것으로 생각된다. 또 고분자화합물과 단백질을 수정진동자 위에 피복하여 검토하여 보았지만 향에 대하여 거의 응답하지 않든가 또는 사람과의 상관관계를 나타내지 않았다.

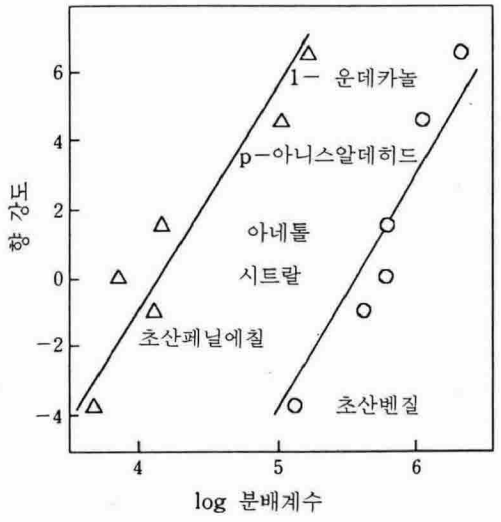

그림 2. 막으로의 분배계수와 향 강도와의 관계
△ : 후각상피세포 ○ : 합성2분자막

이러한 사실은 향기물질의 흡착에 지질 2분자막이 중요한 역할을 담당하고 있고 합성 2분자막이 사람의 후각부위의 모델로서 기능할 수 있음을 알려 준다.

3. 향의 식별

센서가 1개일 때에 계측할 수 있는 것은 향의 질이 거의 변화하지 않는 경우의 향의 강약측정이다(향의 질까지 평가하는 경우 센서가 다수 필요로 하게 되기 때문이다). 향의 질이 변화하는 것은 많은 경우 향을 구성하고 있는 화학물질이 다르게 된다. 그 결과로 센서에 대한 향의 선택성이 변하게 되기 때문에 정확한 강약을 나타내게 된다.

사람이 향을 식별하는 것은 후각상피에 수많은 후세포가 있기 때문에 가능하다. 후세포가 가지고 있는 수용막의 구성이 다르기 때문에 향에 대한 응답성도 각 후세포에 따라 다르다. 각각의 후세포로부터 발생하는 임펄스정보가 대뇌에 집약되어 정보처리가 행해지고 패턴인식등에 의해 향의 식별이 이루어진다고 생각된다.

다른 막물질을 피복한 센서는 향기물질에 대한 응답성이 다르게 된다. 즉 복수의 센서를 동시에 사용하면 데이타를 다차원화할 수 있기 때문에 컴퓨터등을 이용하여 향의 식별이 가능하게 될 것으로 예상된다.

일례로 5종류의 막물질을 피복한 센서(a-e)를 사용하여 4개의 향조(香調)가 다른 향료(과실같은 달콤한 향, 풋내향, 탄내 향, 향)을 측정한 결과를 그림 3에 나타내었다. 각 향조마다 특이적인

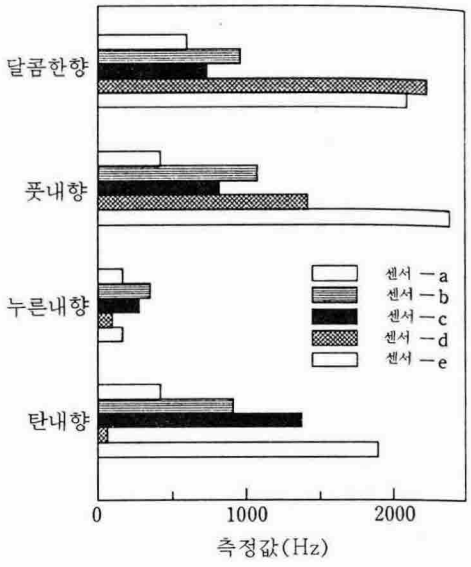

그림 3. 향료의 향조에 따른 센서 응답성의 차이

패턴을 나타내고 있기 때문에 향료의 향조에 의한 분류가 가능하게 된다. 그렇지만 같은 향조로 분류된 향료를 측정하면 응답패턴이 비슷하게 되기 때문에 향을 판별하는 일은 매우 어려운 문제이다. 많은 향 종류가 있기 때문에 어느정도까지 식별할 수 있을지가 문제되지만 향에 대해 선택성이 높은 막물질을 사용하면 식별능력은 향상할 것으로 생각되고 가까운 장래에는 어느정도 분류 형태로 인식할 수 있는 후각센서도 실용화 될 것이다.

4. 후각센서의 용도

(1) 숙도측정

식품에는 적당히 익혀서 먹는 것들이 있다. 그 일례로 나또(納豆)를 들 수 있는데, 찐콩의 상태와 숙도가 다른 나또의 향을 측정한 결과를 나타냈다(그림 4). 방향(芳香)이라고도 악취라고도 느낄 수 있는 나또 특유의 향이지만 숙도와 비례한 결과가 얻어지고 있다.

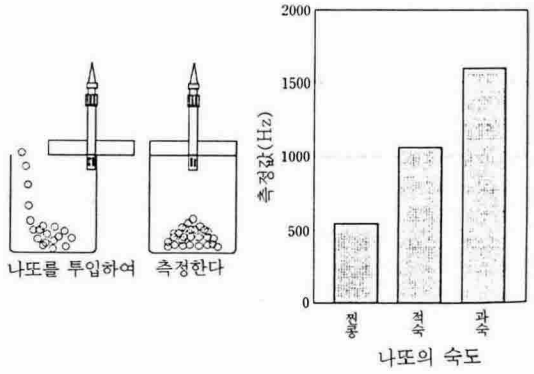

그림 4. 나또의 향 측정

(2) 향의 소실

풍미가 풍부한 조미료는 매우 좋은 향을 내지만 용기의 밀봉상태가 나쁘거나 하면 향이 없어져 버린다. 실제 조미료를 공기중에 방치하여 두고 방치시간과 향의 강도를 측정했다. 조미료의 향도 방치시간에 따라 소실되는 것으로 판단된다.

(3) 열화측정

식용유 등은 사용하기에 따라 공기중의 산소와 반응하여 경시변화가 진행하여 맛이 변화하거나 이취를 발생하거나 하게 된다. 식용유의 경시변화에 따른 향을 측정한 결과 경시변화가 진행함에 따라 향이 강하게 되었다(그림 5). 이 결과는 기름의 산화도를 나타내는 과산화물가(POV)와 양호한 상관관계가 있었다.

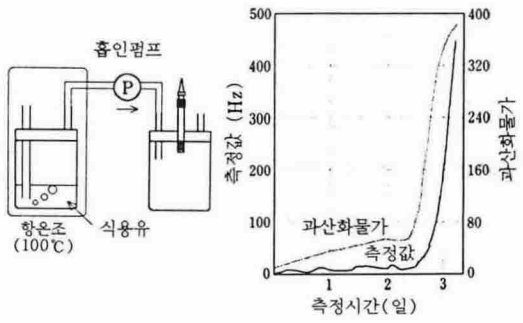

그림 5. 식용유의 경시변화 측정

(4) 식품포장재료 평가

식품용 포장재료에 이용되고 있는 고분자재료에서는 향이 없는 것이 요구된다. 그러나 제조시 배합제의 향이 잔존하거나 미반응의 화학물질과 반응에 이용된 용제등이 남아 향이 발생하는 일이 있다. 배합제의 양을 변화시킨 고분자재료를 측정하면 배합제의 양에 비례하여 향도 강하게 된다(그림 6).

또 이런 식품용 포장재료를 가공하여 필름으로 했을 때의 성능평가로 향의 흡착성능 시험과 투과성능 시험등도 수행할 수 있다.

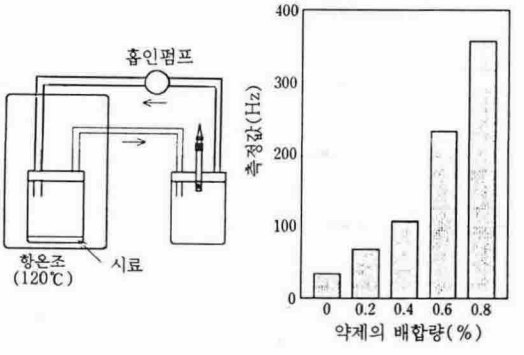

그림 6. 고분자재료에 함유된 약제의 측정

(5) 식품풍미의 인식

같은 향으로 느끼는 식품용 풍미에서도 사용하는 식품등에 의해 다양한 종류가 있다. 동일한 파인애플 향을 3종류의 센서소자에서 측정하면 서로 다른 결과가 얻어진다(그림 7). 사람의 코에서는 동일하게 느껴지는 향이지만 후각센서에서의 측정결과가 다르기 때문에 향종류가 다르다고 인식할 수 있다.

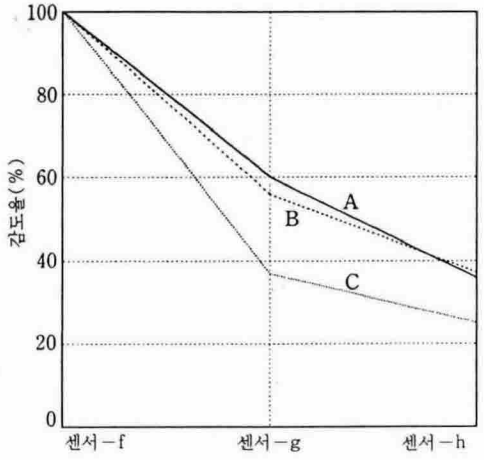

그림 7. 파인애플 향의 식별

(6) 수용액상에서의 측정

지금까지 나타난 예는 향의 측정예이지만 이 후각센서가 후각 뿐만아니라 미각의 기구를 모방하고 있기 때문에 수용액중에 용존하고 있는 유기물질의 측정이 가능하게 된다.

그림 8에서는 의약품인 시럽제를 측정한 결과를

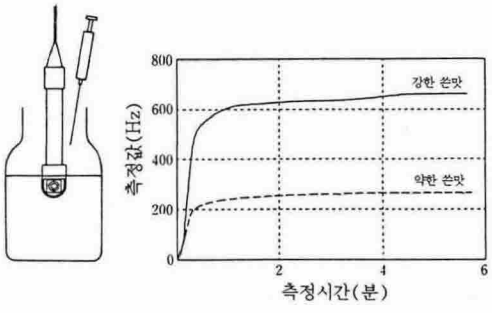

그림 8. 시럽제의 쓴맛 측정

나타내고 있다. 미리 증류수 중에 센서소자를 넣어 측정값을 안정시킨 후 시료를 주입하여 수행한다. 이 경우 쓴맛이 강하면 용존하고 있는 쓴맛물질의 양도 증가하고 있기 때문에 결과로 측정값이 크게 된다.

실제의 사용예로는 차와 커피등에 녹아들어 있는 유기물질의 정량 등의 측정을 고려할 수 있다. 또 이때의 센서소자도 생체막을 모방하고 있기 때문에 의약품 등의 약물의 생체에 대한 평가등에도 사용할 수 있다.

5. 미각의 메카니즘과 Multi-channel 센서

맛은 수많은 요소가 얽힌 복합적인 감각이다. 기본적인 맛에 덧붙여 매운맛과 떫은맛, 향과 조직감, 그리고 그때의 분위기, 기분, 눈의 상태 등도 관여하며 이외에 지금까지의 식습관과 식문화도 영향을 미치고 있다. 이는 '맛은 주관적인 감각이다'이라는 말로 정리하면 간단하지만 과학발전의 역사가 계측기술의 진보와 함께 있었다는 것을 생각하면 이와같은 주관적 감각중에서 객관적 요소를 뽑아 정량화.표준화한다면 우리 식문화는 더욱 풍부해질 것이다.

맛은 신맛, 짠맛, 쓴맛, 단맛의 기본적인 맛과 감칠맛등 5가지로 구성된다. 신맛은 주로 수소이온이 생성하는 맛, 짠맛은 염화나트륨등의 금속이온이 나타내는 맛, 쓴맛은 카페인 등의 식물계 알칼로이드가 나타내는 맛, 단맛은 설탕등이 나타내는 맛, 감칠맛은 글루타민산나트륨과 이노신산나트륨의 특유의 맛이다. 이들이 미세포에서 수용되어 맛을 생성한다.

생체계에서는 혀의 미뢰에 존재하는 미세포막이 미물질을 수용한다(그림 9). 생체기능을 모방하는 모델로는 생체막의 주요구성성분인 지질 또는 단백질을 인공센서로 이용하는 것이 고려된다. 미각센서는 지질막을 transducer(전기량으로의 교환기)로 하고 있다. 지질분자는 친수성 기를 수상(水相)으로 향하고 기름에 소수성 기를 물로부터 유리되어 내부에 집합시킴으로써 구조를 형성한다. 생체막도 그 원리에 의해 구축되고 있다.

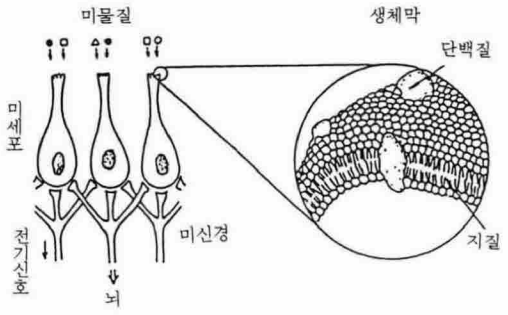

그림 9. 생체계에서의 미물질의 수용

미물질은 혀 표면에 있는 유두에 도달할때 막전위(세포내외의 전압차로, 세포내는 음전하를 띤다)와 막저항(막이 지닌 전기저항)를 변화시킨다. 결국 '미물질→세포의 전기적 변화'라는 도식이다. 이 전기적 변화는 미신경을 통하여 뇌에 도달하고 맛이 지각된다. 이때 매우 흥미있는 것은 이 전기적 변화가 교류신호이어서 미물질 수용시의 직류신호가 교류신호로 변환된다는 것이다. 이때 강한 자극은 고주파수의 교류신호로 변환되고 정보는 이 교류신호의 주파수 변화로 전하여진다. 결국 아날로그신호(연속값)로부터 디지탈신호(불연속값)로 변환된다. 이 도식은 생물에서는 극히 일반적인 것으로 빛과 압력자극 등도 일단 디지탈 전기신호로 뇌에 전달된다. 생물이 디지탈 신호를 이용하는 것은 아날로그양이면 전파도중에 감쇠해 버리기 때문에 이를 방지하기 위해서이다.

그러나 미물질과 세포막간의 상호작용 메카니즘에 관해서 정설은 없다. 모델지질막을 이용한 실험결과 지질막은 맛의 transducer로서 상당히 유망하다는 것이 밝혀지게 되었다. 지질막은 생체에서의 맛의 수용 메카니즘을 잘 재현할 수 있었다. 서로 다른 지질막은 미물질에 대해 서로 다른 응답을 하기 때문에 갖가지 지질재료를 갖추면 어떤 미물

질에도 대응할 수 있을 것이다.

여기에서 지질/고분자막을 제작하여 그 전위출력응답 패턴으로부터 맛을 식별하는 것을 시험하였다. 전극은 아크릴판에 8개의 은선을 통하여 그 단면에 8종류의 특성이 다른 지질막을 부착한 것이다(그림 10). 미각센서를 개발할 당시에는 은선에 막을 접촉시켰지만 최근에는 은을 염화은으로 코팅하여 아크릴판에 직경 1cm정도의 구멍을 뚫고 그 사이에 KCl용액을 넣어 거기에 은, 염화은 전극을 삽입하고 용액의 단면에 막을 붙이고 있다. 그 결과 1개월 이상 오랜기간 측정하여도 충분한 안정성이 있었다.

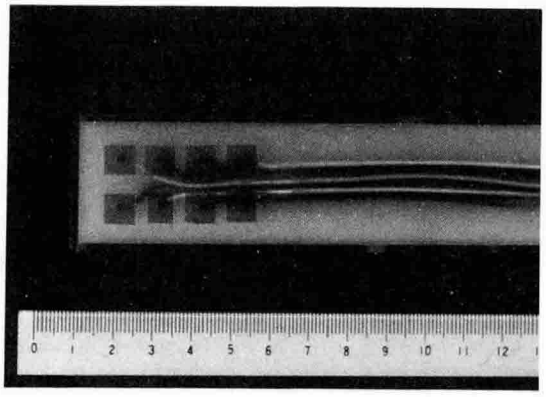

그림 10. 미각센서의 전극부위

지질막은 응답재현성을 높이기 위해 폴리염화비닐에 가소제를 넣고 지질을 혼입한 것으로 두께가 약 200m이다. 지질재료는 간단히 얻을수 있고 또 생체의 관능기를 재현할 수 있도록 선택되고 있다.

5가지 맛에 대한 응답패턴을 그림 11에 나타내었다. 주목할 것은 5가지의 맛에 대해서 서로 다른 응답패턴을 나타내는 반면에 유사한 맛에서는 유사한 패턴을 나타낸다는 것이다. 예를들면 신맛을 나타내는 염산, 초산, 구연산에서는 유사한 패턴을 나타내고 감칠맛을 나타내는 글루타민산나트륨, 이노신산나트륨, 구아닐산나트륨에서도 마찬가지로 유사한 패턴을 나타내었다. 짠맛을 생성하는 NaCl, KCl, KBr에서도 출력패턴은 매우 유사하였다. 이 결과는 미각센서에 필수조건을 만족하고 있다는 것, 즉 '각각의 미물질이 아니라 맛 그 자체에 응답'하고 있다는 것을 의미한다. 또 유사한 미물질간에도 약간 패턴이 다른데 이는 초산과 구연산을 맛보았을 때 약간 다르다고 느끼듯이 약간의 맛차이를 반영하고 있는 것이다.

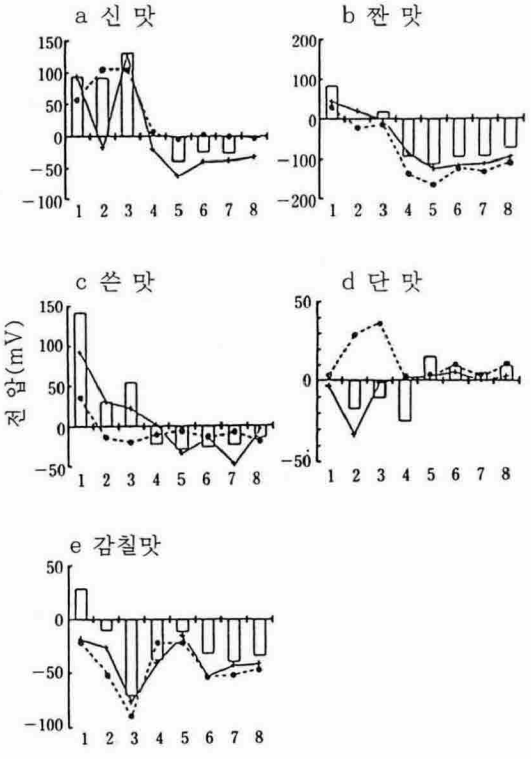

그림 11. Multi-channel센서에 의한 기본미물질의 식별

막대그래프는 HCl(신맛), NaCl(짠맛), 키니네(쓴맛), 글루타민산 나트륨(감칠맛), 실선과 점선은 구연산과 초산(신맛), KCl과 KBr(짠맛), $MgSO_4$와 페닐티오우레아(쓴맛), 포도당과 과당(단맛), 이노신산과 구아닐산(감칠맛)

과거의 과학 분석기기는 주로 화학구조가 다른 고감도 검출을 추구하여 왔다. 미각센서는 이것과는 다른 입장에 서있다. 결국 미물질이 지닌 고유

의 성질을 측정한다는 것이다. 사실 글루타민산나트륨(아미노산 계열)과 이노신산나트륨(뉴크레오티드 계열)의 구조의 큰 차이에도 구애받지 않고 동일한 감칠맛으로 느끼게 된다. 설탕과 사카린도 구조가 다르지만 역시 달게 느낀다.

다음에 12종류의 아미노산의 맛을 측정하였다. 사용한 아미노산은 L-Ala, L-Asp.Na, L-Glu, Gly, L-His.HCl, L-Ile, L-Lys, L-Met, L-Phe, L-Thr, L-Trp, L-Val이다.

그림 12(a)는 몇가지 전형적인 아미노산에 대한 응답패턴을 나타내고 있다. 그림으로부터 알 수 있듯이 이러한 5가지 아미노산에 대한 응답은 전부 다르게 되어 있고 명료하게 식별할 수 있다. Tryptophane은 쓴맛을 나타내는 아미노산인데 channel 1, 2, 3의 전위를 크게 증가시키고 있다. 이 경향은 쓴맛을 나타내는 다른 아미노산(Phenylalanine, Isoleucine)에서도 보여진다.

쓴맛과 단맛을 나타내는 Valine과 Methionine은 channel 5의 전위를 감소시켰다. 또 Alanine, Glycine, Threonine은 단맛을 나타내는 전형적인 아미노산인데 channel 1과 5의 전위를 감소시켰다. 신맛을 나타내는 글루타민산과 Histidine은 channel 1에서 5의 전위를 균등하게 증가시켰다. 또 감칠맛을 나타내는 아스파라긴산나트륨도 기타와 서로다른 응답을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

그림 12(b)는 아미노산에 대한 응답패턴에 비선형변환을 실시한 후 주요 성분분석을 실행한 결과이다. 아미노산은 각각이 복합적인 맛을 나타내는 것으로 알려져 있고 그림으로부터 알 수 있듯이 단맛을 나타내는 아미노산, 쓴맛을 나타내는 아미노산 등 쉽게 식별.분류할 수 있다. 또 어느 아미노산은 단맛 75%, 쓴맛 25% 등과 같은 결과를 출력할 수 있다. 제 1, 2, 3 주성분에 대한 기여율은 순서로 47.0%, 34.0%, 13.8%이고 제2성분 이하도 상당히 큰 기여를 하고 있다. 이는 아미노산의 맛이 확실히 5가지 기본맛으로 구성되어 있다는 것을 증명하기도 한다.

미세포의 미물질 수용 메카니즘은 아직 명확하게

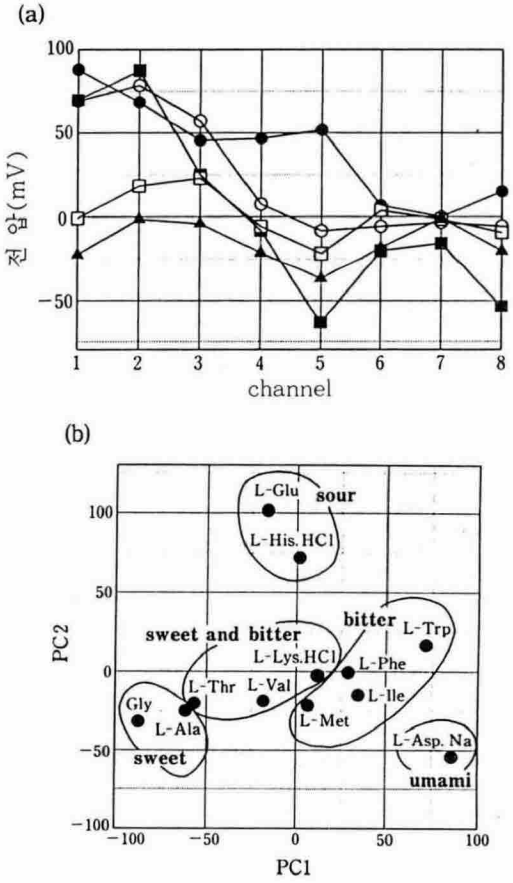

그림 12. 아미노산의 패턴 (a)와 주요성분분석결과(b)

L-Glutamic acid (●), L-Tryptophane(○), L-Sodium ascorbate(■), L-Valine(□), L-Alanine(▲)

되어 있지는 않고 아미노산이 복합적인 맛을 나타내는 이유에 대해서도 전부 해명되고 있지는 않다. 따라서 지금까지의 미각센서의 결과는 생체계의 아미노산의 수용 메카니즘을 밝히는 이상으로 매우 시사적이다.

6. 식품의 식별과 맛의 인식

그림 13은 스포츠음료, 맥주, 커피를 측정한 결

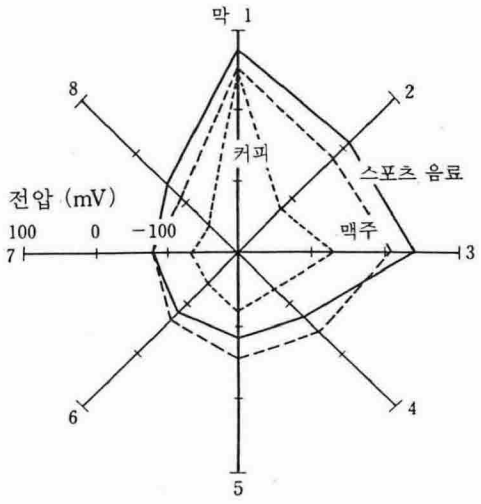

그림 13. 음료식품의 측정예

과이다. 이러한 3가지 식품에 대한 응답패턴은 명확하게 달라 식별가능하다. 맥주는 병과 캔에서 컵에 따르자마자 곧 측정가능하고 거품이 있어도 상관없다. 결국 사람이 마시는 것과 똑같은 상황에서 맛을 측정하는 것이 가능하다. 측정에 요구되는 시간은 불과 수초이다.

그림 14는 커피를 측정, 출력하여 주요성분분석을 한 것이다. 또 관능검사를 동시에 실행한 결과 주성분 1이 '부드러움', 주성분 2가 '무거운 맛'을 표현하고, 좌측의 경사가 '자극적인 맛'을 표현함이 판명되었다. 우유, 우유함유 커피 및 천연커피 3종류로 구별되고 우유함유 캔커피는 우유와 천연커피 중간에 위치한다. 결국 천연커피의 풍미와 우유의 부드러움을 합쳐모은 것이다. 캔커피에서도 중간위치 커피는 맛의 자극성과 맛의 무거움이 다르면서 부드러운 정도에서 보면 천연커피에 가까이 위치한다. 또 천연커피사이의 맛의 차이도 잘 표현되고 있다.

그림 15(a)는 5종류의 토마토 측정 패턴이다. 확실히 패턴이 다르다. 또 동일한 토마토에서도 패턴의 크기의 차가 보여지는데 패턴의 특징은 보유하고 있다. 토마토는 믹서로 파쇄하여 액상으로 하여 측정했다. 액상이라 하여도 큰 덩어리가 부유하고 있는 현탁액이다. 그림 15(b)는 패턴에 주요성분분석을 행한 것이다. 식염무첨가 토마토쥬스에 구연산과 설탕등의 기본 미물질을 가하고 패턴의 변화를 조사하고 주요성분분석을 행하여 각 주요성분 축의 의미를 조사했다. 그 결과 그림에 기록되어 있는 바와 같이 綠健과 KISS토마토는 신맛을 억제하여 단맛이 강한 토마토, TVR−2는 비교적 신맛이 강한 토마토, 가공용 토마토는 감칠맛이 강한 토마토라는 것등이 판명되었다. 이는 사람의 미각과 일치하였다.

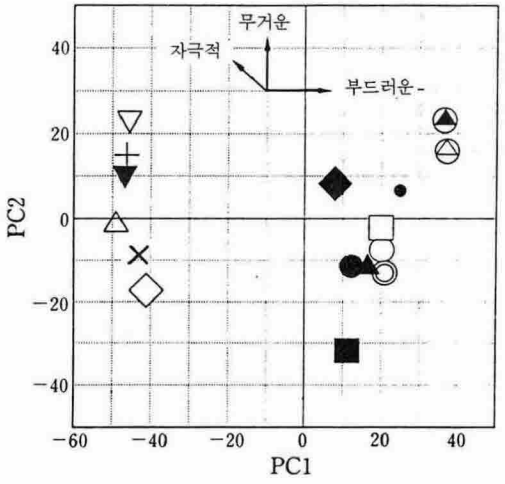

그림 14. 커피의 맛식별

UCC오리지날브랜드(・), UCC 비타(○), UCC 물추출 커피(●), 산토리 보스브랜드(◎), 기린 쟈이브요로히안로스트(■), 죠지아커피오리지날(□), 아사히 J.O. 오리지날브랜드세미블랙(◇), 네스까페오리지날브랜드(▲), 카네보우카페크류(△), UCC레귤라커피모카브랜드(▼), 모카브랜드에 우유를 첨가(◆), 레귤라커피킬리만자로 브랜드(▽), 브라질브랜드(＋), 브루나일모카블랙(×), 커피우유(◬), 雪印우유(▲)

7. 맺는말

이상과 같이 미각, 후각 등의 감각센서는 어느정도 어떤 종류의 맛과 향인지를 검출할 수 있는 단계에 이르고 있다. 이러한 감각센서의 최대의 장점

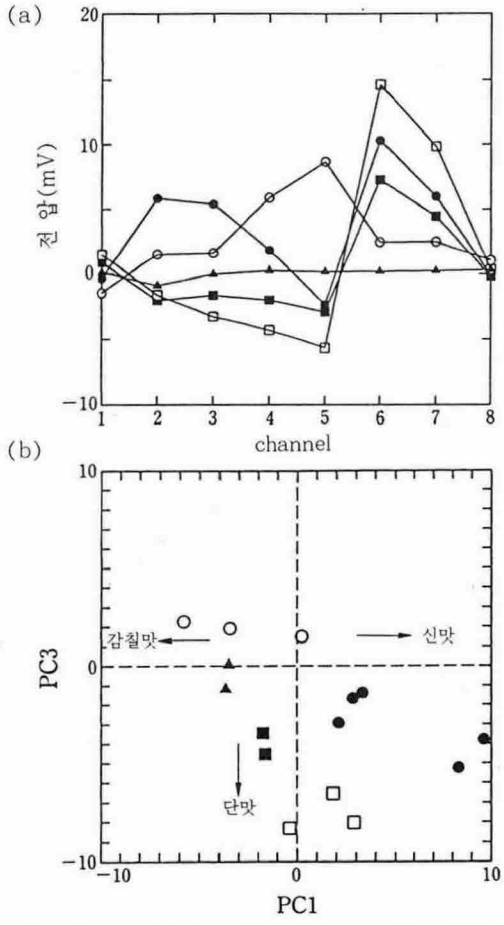

그림 15. 토마토의 측정패턴(a)과 주요성분분석 결과(b)

TVR-2(●), 福健(■), KISS토마토(□), 가공용 토마토(▲), 동일기호가 몇개있는 것은 동일종류의 복수개의 토마토를 의미한다.

은 지금까지 불가능하였던 맛과 향의 정량화.표준화를 가능하게 한 점이다. 지금까지 대응이 어려웠던 사람의 의한 관능검사와 분석기기에 의한 성분분석결과 사이를 정량적으로 묶는 것도 가능하다.

목적에 맞추어 지질막을 적절히 선택함으로써 임의의 감도와 선택성을 지니게 할 수 있고 폭넓은 대응이 가능하다. 이러한 막은 반드시 어떤 특정의 물질에만 응답한다는 것이 아니라 여러개의 물질에 동시에 응답한다는 퍼지적인 요소도 지니고 있다. 이 퍼지적인 성격은 생물의 특성이고 앞으로 이러한 퍼지이론이 계측부문에도 널리 이용될것이다.

식품의 맛과 향은 많은 인자를 함유하는 복잡한 감각일 것이다. 그러나 적은 양으로도 혀와 코같은 사람의 감각기관으로 수용되는 화학적인 맛과 향기물질에 대해서 객관적으로 측정할 수 있는 방법이 없다면 오랜시간이 흘러도 맛과 향의 문화는 성장하지 않을 것이다. 이러한 의미에서 감각센서의 등장은 혁명적이고, 금후 맛과 향의 정량화.표준화는 식생활을 보다 풍요롭게 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 이철호 외 : 식품공업품질관리론, 유림문화사 (1984)
2. 김동훈 : 식품화학, 탐구당(1988)
3. 都甲 潔 : 味覺センサーの開發と今後の展開, New Food Industry, 36(3), (1994)
4. 渡邊 浩二 : ニオイセンサーの開發および利用, New Food Industry, 35(12), (1993)