

## Multi odour sensor array를 이용한 낙엽층의 Humic acid의 분석

임향주 · 한도수 · 조성동 · 김기윤\* · 이재성\*\*

조선대학교 자연과학대학 화학과, \*환경관리공단 중앙시험검사소,

\*\*한국과학기술연구원 환경공정연구부

## Analysis of Humic Acid in Fallen Leaves by means of Multi Odour Sensor Array

Hyang Ju Lim, Do Su Han, Sung Dong Cho, Giyoon Kimlh\* and Jae Seong Rhee\*\*

*Department of Chemistry, College of Natural Science, Chosun University  
375 Sosuk-dong Dong-gu, Kwangju 501-759, Korea*

*\*Central Analysis Center, Environmental Management Corporation  
58 Backseok-dong Seo-gu, Inchon 404-140, Korea*

*\*\*Division of Environment or Process, Korea Inst. of Sci. & Technology  
39-1 Hawolgok Dong, Seongbuk Gu, Seoul 136-791, Korea*

The Electronic Nose has been designed to provide objective and reproducible aroma discrimination on a wide variety to human nose. The sensor array in combination with sophisticated chemometrics and principal components provides the output displaying the closeness of difference in aroma patterns of different samples. The system has been used to discriminate fallen leaves, corrupt leaves and humic acid reagent. The discrimination has been successfully demonstrated.

**Key words** : Multi sensor array, Humic acid, Fallen leaves, Corrupt leaves

### 1. 서 론

인간은 매우 민감한 후각을 가지고 있지만 실험실에서 위험한 시약 등을 식별할 수는 없다. 최근 사람 코의 기능을 모방한 전자코의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 고분자, 화장품, 향수 식품 환경 오염물질 등 그 응용 범위가 점차로 확대되어지고 있다.<sup>1-3)</sup> 이러한 전자코의 핵심 요소는 사람 코의 후각 세포에 해당하는 가스센서 어레이와 다차원의 어레이 신호를 패턴화하여 처리하는 패턴인식 신호처리 기술이다.<sup>4-8)</sup> 전자코는 사람 코의 후각 기능과 비교할 만한 감도를 가지고 다양한 시료를 형태에 관계없이 냄새를 구별할 수 있도록 고안되었다.

본 논문에서는 전자코, FOX 3000 (Alpha MOS)을 이용하여 상수원의 오염원이 될 수 있는 낙엽층

의 humic acid를 정성 정량 분석함으로써 상수원의 수질오염도를 측정하는 파라미터로 이용 가능 여부를 검토하고자 한다.

### 2. 실험방법

패턴인식 신호처리 기술로는 주성분 분석 (Principal components analysis), 판별 분석 (Discriminant analysis) 등의 수리 통계적 분석 방법이나, 인간 뇌의 정보처리 메카니즘에 기초한 신경망 패턴인식 기법 (Neural network pattern recognition technique)이 주로 사용된다.

본 실험에서는 산화물 반도체 가스센서 어레이 (12개의 센서가 장착된 전자코 3000)와 주성분 분석 등을 핵심 요소로 하였다. 본 실험에 사용된 시

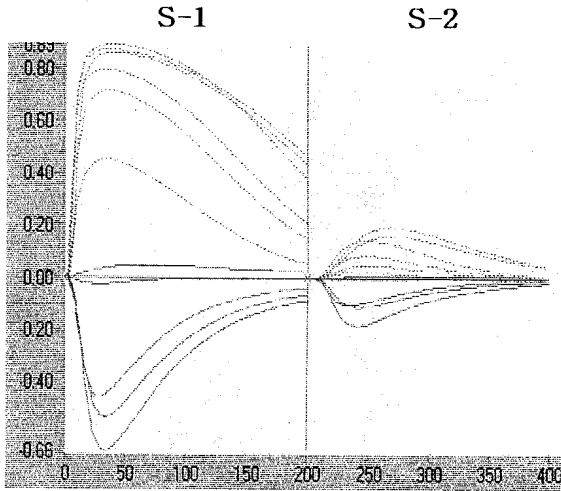


Fig. 1. The value of  $\Delta R/R_0$  from the sample leaves at upper(S-1) part or leaves contacting soil directly(S-2).

료는 주암호 상류 기슭 계곡에서 썩은 낙엽들을 유리제품 측정 용기에 채취하여 그대로 사용하였으며 비교 시약으로 humic acid (Fluka 53680)을 0.5wt%, 0.005wt% 로 희석 사용하였다.

실험조건은 실온에서 headspace generation시간은 300초로 하였고, 운반기체는 합성공기를 사용하여 분당 200 mL를 흘려 보내주었다. 측정시간은 100초로 하였고, 1초 간격으로 데이터를 받아들이 그래프로 나타내었다. 시료명은 맨 윗층 낙엽, 흙과 접촉된 낙엽, 흙과 접촉 후 2주 경과된 낙엽, 0.5wt%의 표준 휴믹산, 0.005wt%의 표준 휴믹산을

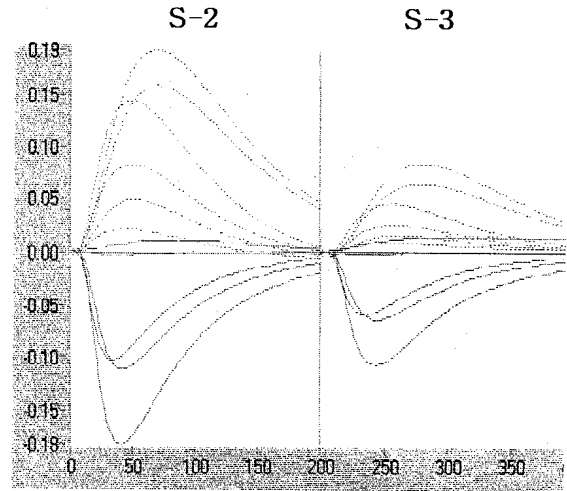


Fig. 2. The value of  $\Delta R/R_0$  from the leaves contacting soil immediately(S-2) or the same sample after two weeks(S-3).

순서적으로 S-1, S-2, S-3, S-4, S-5로 표시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 맨 윗층 낙엽(S-1)과 흙과 접촉된 낙엽(S-2)의 센서 어레이의 감도를 초기저항( $R_0$ )과 시간의 진행에 따라 변화하는 저항 ( $R$ )의 차이값( $\Delta R$ )을 초기 저항값( $R_0$ )으로 나눈 값으로 나타낸 데이터이다. S-1은 TA2 (0.89), T70/2 (-0.66)의 센서가 가장 감도( $\Delta R/R_0$ )가 좋았으나 S-2에서는

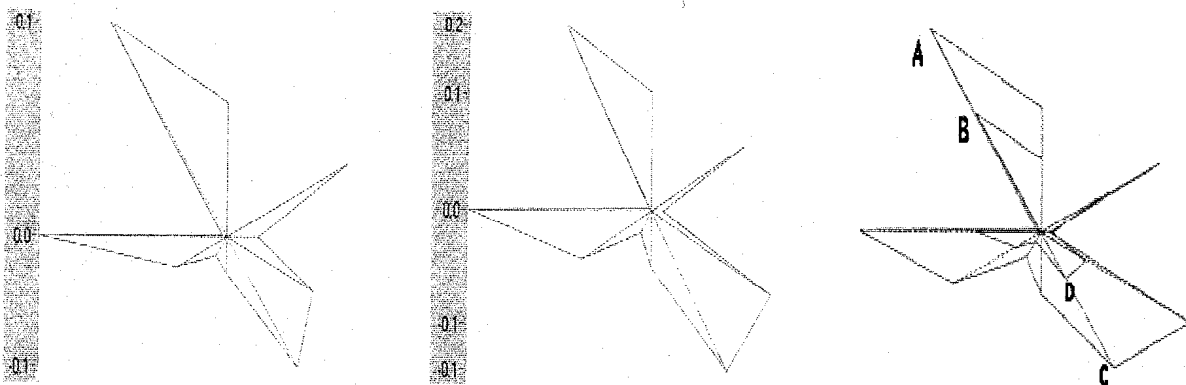


Fig. 3. The radar axis from the leaves contacting soil immediately (S-2) or the same sample after two weeks(S-3).

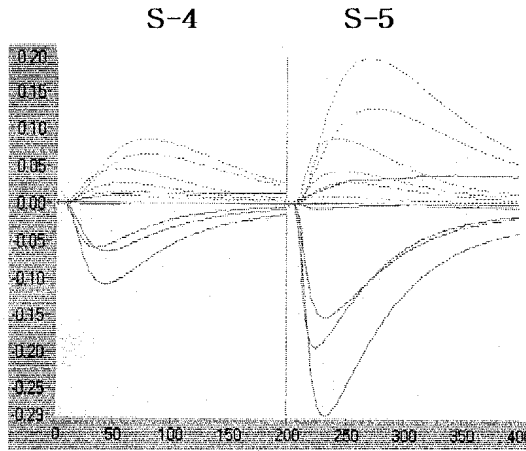


Fig. 4. The value of  $\Delta R/R_0$  of the Humic acid containing 0.5 wt%(S-4) or 0.005 wt%(S-5).

P30/1 (0.19) T70/2 (-0.18)으로 전반적으로 센서들의 감도( $\Delta R/R_0$ )가 적게 나타났다. 이는 S-1이 S-2보다 휘발성 화합물이 많이 증발하는 것을 알 수 있다.

Fig. 2에서는 S-2를 처음과 2주일 지난 후의 S-3을 비교한 저항값( $\Delta R/R_0$ )으로 센서들 상호간의 반응은 변화가 없었으나 S-3의 감도가 0.19~ -0.18범위에서 0.09~-0.11범위로 크게 차이가 있음을 보여준다. Fig. 3에서는 Fig. 2의 결과를 레이더 좌표 (radar)로 나타낸 결과인데 센서들의 감도비에서 A-B, C-D의 정량관계를 알 수 있다.

Fig. 4에서는 humic acid (Fluka 53680)를 증류수로 0.5 W% (S-4), 0.005w% (S-5)로 희석한 용액의 저항값( $\Delta R/R_0$ )으로, 가장 감도가 좋은 센서는 P30/1, T70/2인데 저항값의 차이는 시료를 1/100로 희석한 용액에서 0.13(P30/1), -0.19(T70/2)를 각각 나타냈다.

Fig. 5에서는 S-3과 S-4의 저항값을 비교하였는데 S-4의 T70/2와 P10/1 센서의 반응 감도가 민감함을 보여주고 있다. Fig. 6은 S-3과 S-4의 레이더 좌표인데, 모양이 비슷함을 보여주는 것으로 보아, 낙엽이 땅에서 장시간 부식함으로 해서 humic acid와 비슷한 성분임을 알 수 있었다.

Fig. 7은 S-1~S-5까지 Principal Components 분석 방법으로 나타낸 결과로서 S-1~S-5가 각각 구별된 군집으로 나타남을 보여주고 있으며, 특히

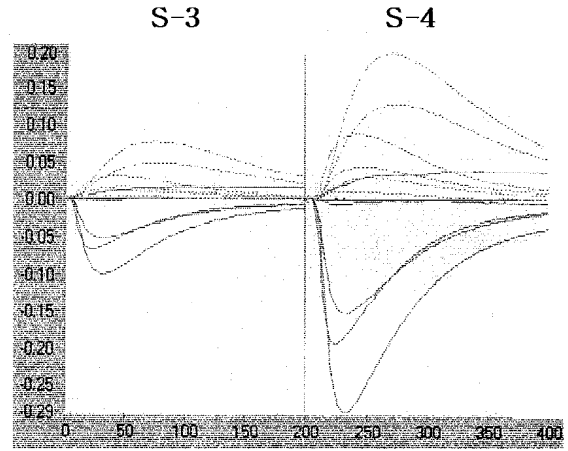


Fig. 5. The comparison of signal( $\Delta R/R_0$ ) from the leaves contacting soil directly for two weeks(S-3) and surrogate standard sample of 0.5 wt% humic acid(S-4).

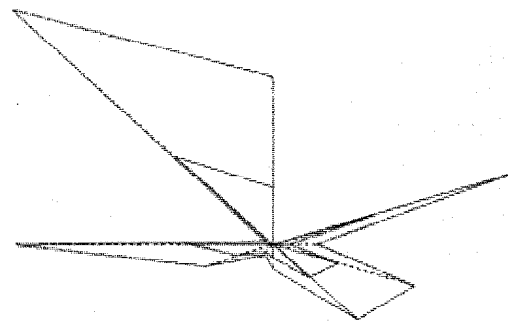


Fig. 6. The radar axis of the S-3 and S-4.

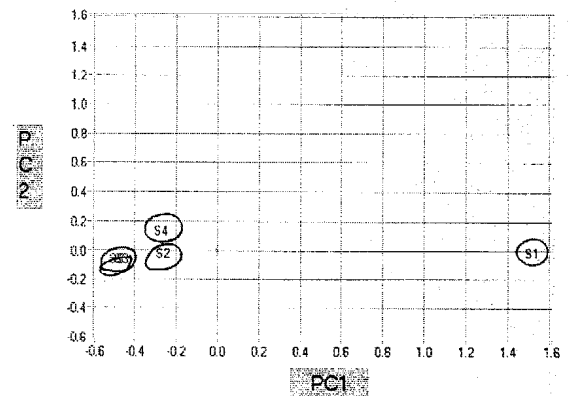


Fig. 7. The Principle Components of S-1~S-5.

S-3과 S-5가 겹쳐서 나타난 것으로 보아 0.005w% humic acid와 2주일 지난 후의 낙엽이 가장 비슷한 성분으로 되어있음을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

낙엽이 시간이 경과되어 부식 될수록 Humic acid와 같은 성분이 많이 함유되어 있어 낙엽의 숙성상태의 지표로 삼을 수 있었으며 생태계의관리에 활용할 수 있는 데이터로서의 유용성이 입증되었다. 아울러 저항값의 차이와 레이더 좌표상에서 센서들의 반응값으로 정성, 정량 분석이 가능할 수 있다는 실험결과로 향후 상수원의 악취에 관련된 수질오염도를 측정할 수 있는 길을 열어 축산폐수, 농약, 빗물의 오염지점(point source)을 밝힐 수 있는 원리로서 활용할 수 있는 기본 데이터 축적후 응용이 가능하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 1998년도 조선대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었고, 이에 감사를 드립니다.

#### 참 고 문 헌

- 1) J. W. Gardner, July 1987, "8th International Congress of European Chemoreception Research Organization", Univ. of Paris, France.
- 2) L. Moy, T. Tan and J. W. Gardner, *Perfumer & Flavourist*, 1994, 19, 11-15.
- 3) J. W. Gardner, *Sensors and Actuators*, 1991, B4, 109-115.
- 4) K. Persaud and G. Dodd, *Nature*, 1982, 299, 352-355.
- 5) W. P. Carey, K. R. Beebe and B. R. Kowalski., *Anal. Chem.*, 1986, 58, 149-153.
- 6) D. S. Ballantine, S. A. Rose and J. W. Grate, *Anal. Chem.*, 1990, 58,3058-3066.
- 7) H. Sundgren, I. Lundstrom and F. Winqvist, *Sensors and Actuators*, 1990, B2, 115-123.
- 8) J. R. Stetter, P. C. Jurs and S. L. Rose, *Anal. Chem.*, 1986, 58, 860-866.