

현장측정기법의 개발 및 활용에 의한 현장실태 조사

이재성 · 이수원 · 민경희 · 장해종

한국과학기술연구원 수질환경 및 복원연구센터

A study on the Development of on-site Detection Method and the Investigation of Water Quality

Jae Seong Rhee, Su Won Lee, Kyung Hee Min and Hae Jong Jang

Environment & Process Technology Division, Korea Institute of Science and Technology,
P. O. Box 131, Cheonryangri, Seoul 130-650, Korea

The on-site detection methods play an important role in environmental analysis and monitoring because of their special properties such as short-term requirement, prompt results. In the conjunction with on-site test kit, home-made on-site photometric detector was developed. Sensitivity and linearity was checked by comparing the data of UV-Vis. As a result, it was examined that on-site photometric detector plays an important role in a quick water analysis and environmental education.

Key words: on-site analysis, photometric detector, tributary of Han river

1. 서 론

물은 인간 생존과 생태계 보전이라는 문제에 직결되어 있는 환경의 주요인자이다.¹⁾ 수질환경의 관리는 진단, 처방, 치료, 예방적인 면에서 조화를 이루어야 전체를 효율적으로 관리할 수 있으며 이때 측정과 분석은 모든 과정의 효율성을 위하여 절대적으로 필요한 부분이다. 일반적으로 현지에서 시료를 채취하여 실험실에 가져온 후 여러 과정의 전처리를 통하여 자동분석장치, 습식분석법과 이온크로마토그래피법을 주로 활용하여 분석한다.²⁾ 그러나 이들 방법은 시료채취에서 분석하기까지 시간이 많이 걸리고 전처리 등의 조작이 번거롭고 소요비용이 많이 드는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위해 현장측정용 시약이나 기기들이 많이 쓰이고 있다.³⁾ 그러나 현장에서 활용되고 있는 시약 및 기기는 95%이상이 외국제품으로서 실제 이들은 정확성 및 실용성이 검증되지도 않았으면서 국내환경시장의 대부분을 장악하고 있다. 국내에서는 비색법을 이용한 키트가 제작되어 사용되어지고 있고⁴⁾ 또한 현장 측정 기법을

개발하여 국내시판을 최근에 시작하고 있으나, 분석 비전문가가 대부분인 환경현장에서 측정의 정확도에서 문제점이 있음이 보고되고 있고, 과정도 복잡하여 환경현장의 운영자들에게 친숙하지 못한 문제도 제기되고 있다. 따라서 현장에서 활용하는데 일률적이고 재현성 있는 측정, 분석이 되도록 현장측정기법의 개발 및 현장측정기기를 제작하여, 현장에서 손쉽게 편리하고, 정확하게 활용할 수 있는 기술의 개발이 요구된다.^{5),6)} 본 연구에서는 자체 개발하여 정확도 및 정밀도를 인정받은 현장측정키트를 이용하여 발색한 후 Varian사 Cary 50 probe UV-Visible spectrophotometer와 자체 제작한 현장수질분석기를 사용하여 흡광도를 농도값으로 환산한 후 두 값을 비교하여 자체 제작한 현장수질분석기의 정확성 및 실용성을 검증하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 시료 분석방법

시료는 암모니아성 질소, 질산성 질소와 인산성 인을

[†]To whom correspondence should be addressed.

대상으로 실시하였다. 현장분석기법은 한국과학기술연구원원에서 개발하여 정확도 및 정밀도를 인정받은 현장 측정키트를 이용하여 발색한 후 UV-Vis과 자체 제작한 수질현장측정기기를 사용하여 흡광도를 농도값으로 환산하였다. 질소는 암모니아성 질소, 질산성 질소로 구분하여 Indophenol법, 산화 Diazo법으로 각각 측정하였으며, 인산성 인은 ascorbic acid 산화법을 이용하여 제작된 현장측정키트를 이용하여 시료를 발색하였다. 발색된 시료는 UV-Vis과 자체 제작한 수질현장측정기기를 이용하여 흡광도 분석을 실시하였다.

2.2 실험장치와 구조

수질현장측정기기는 UV-Vis과는 달리 각각의 분석물질에 따라 측정파장을 내는 선택적 LED를 광원으로 하여 photo diode가 판독한 흡광도를 standard color와 비교하여 농도값을 LCD화면에 display 하도록 제작되었다(Fig. 1, Fig. 2.). 현장측정키트를 발전시킨 오차저감 및 편이성을 증대시킨 현장측정 장비의 제작은 현장과 결부된 고차원적인 분석 평가기법을 정립 및 수질환경 모니터링이 가능하게 한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 암모니아성 질소의 표준용액의 농도에 따른 발색 검정곡선

암모니아성 질소(NH₄⁺-N)는 암모늄이온(NH₄⁺)이 hypochlorite의 존재 하에서 salicylic acid와 반응하여 녹색의 indophenol을 생성한다. 표준용액(0~20ppm)을 발색시킨 후 UV-Vis의 590 nm에서 측정하였고 수질현장측정기기에서는 590 nm의 LED를 이용하여 측정하였다. (Fig. 3.)

3.2 질산성 질소의 표준용액의 농도에 따른 발색 검정곡선

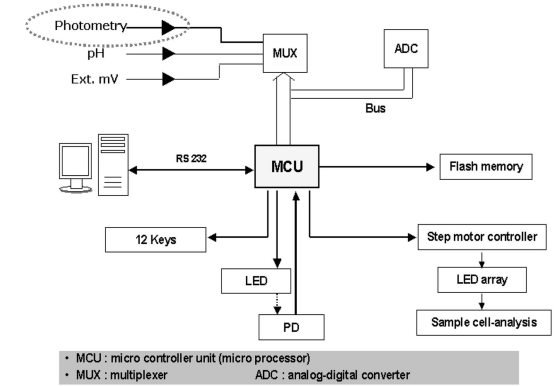


Fig. 2. The design of the circuit for operating the home-made on-site photometric detector.

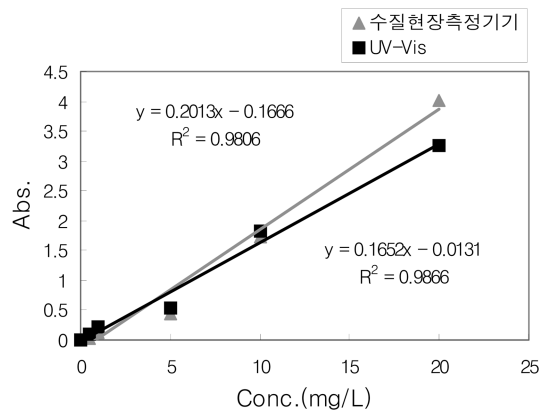


Fig. 3. The calibration curve for the determination of nitrogen as ammonium

질산성 질소(NO₃⁻-N)는 질산성 이온(NO₃⁻)을 아연분말을 가하여 아질산성 이온(NO₂⁻)으로 환원시킨 후, 측정하였다. 표준용액(0~20 ppm)을 발색시킨 후 UV-Vis의 520 nm에서 측정하였고 수질현장측정기기에서는 520 nm의 LED를 이용하여 측정하였다.(Fig. 4.)

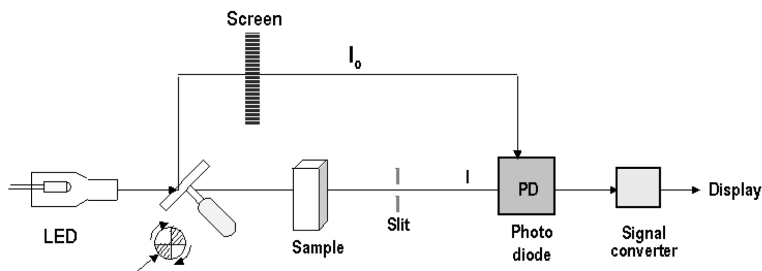


Fig. 1. The array of the light source and detection part of the home-made on-site photometric detector.

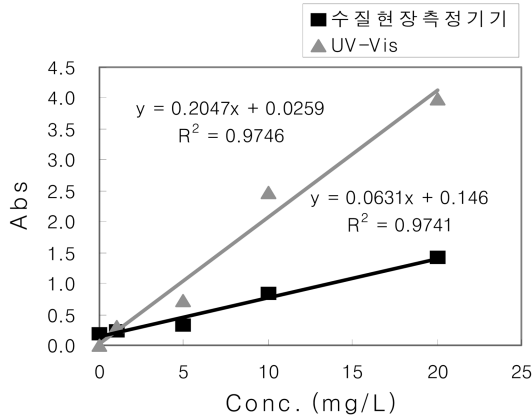


Fig. 4. The calibration curve for the determination of nitrogen as nitrate

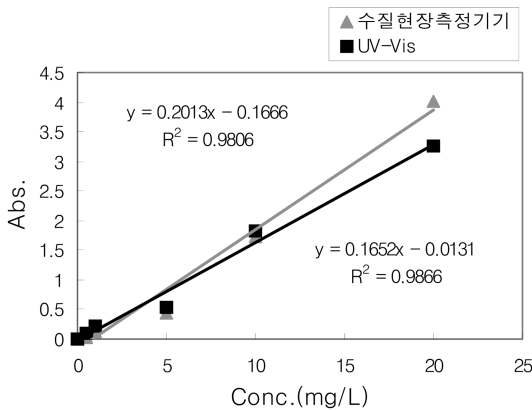


Fig. 5. The calibration curve for the determination of orthophosphate

3.3 인산성 인의 표준용액의 농도에 따른 발색 검정 곡선

인산성 인($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)은 정인산 이온(PO_4^{3-})이 산성용액 하에서 ammonium molybdate와 potassium antimonyl tartate와 반응하여 heteropoly acid(phosphomolybdic)가 형성된다. phosphomolybdic acid는 ascorbic acid에 의해 환원되어 청색의 molybdenum blue를 생성한다. 표준용액(0~5 ppm)을 발색시킨 후 UV-Vis의 620 nm에서 측정

하였고 수질현장측정기기에서는 620 nm의 LED를 이용하여 측정하였다.(Fig. 5.)

4. 결 론

각 성분의 표준용액에 대한 흡광도 값을 바탕으로 검정곡선을 작성한 결과, 수질현장분석기기의 경우 각 분석 항목에 관하여 상관계수(R)값은 0.97 이상으로 매우 우수한 직선성을 보였으며 UV-Vis과 거의 일치되는 흡광도 분석 경향을 보이는 것을 알 수 있다. 본 실험에 있어 현장수질분석기기와 UV-Vis은 셀의 길이, 물 흡수율의 차이로 인하여 흡광도 값에는 차이를 보이나, 동일한 표준시료에 대하여 동일한 상관관계를 보이는 것으로 보아 현장수질분석기기의 측정감도 및 직선성이 우수한 것이 검증되었다.

수자원의 적절한 보존 및 수질관리 효율성을 높이기 위해서는 수질 측정망의 확립과 더불어 현장 측정을 통한 신속한 관리 및 운영 방법 정립이 필요하다. 본 연구에서는 수질현장측정기법을 개발하여 현장 수질분석에서 비숙련에 의한 오차를 줄일 수 있는 솔루션을 제공할 뿐 아니라 환경 공정 및 관리의 효율화에 중대한 역할을 담당할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 정오진, 1995, 환경화학, 1판, P295-318, 자유아카데미, 한국.
2. 환경부, 수질오염공정시험방법, 환경부, 1995, P171-172.
3. 김선태, 김주인, 김창욱, 대한환경공학회, 1997.
4. J. S. Rhee, W. Lee, H. J. Lee and J. H. Jung, J. of the Korea Society for Environmental Analysis, 2000, 3(2), P85~89.
5. 이재성, 이수원, 이학주, 김용준, 한국환경분석학회지, 2000, 14(1), P37-40.
6. 이재성, 김영승, 한국환경분석학회지, 1999, 2(4), P291-295.