

요 약 문

I. 제목

부산지역 환경에서의 Perchlorate 모니터링

II. 연구의 목적 및 필요성

부산시민의 주 상수원으로 사용되고 있는 낙동강은 고농도의 퍼클로레이트로 인해 1998년부터 2006년 까지 노출 된 상태이며 낙동강 유역 및 부산 인근 지역에는 92개소의 공단 뿐만 아니라 퍼클로레이트의 대표적인 발생원이라고 알려져 있는 군부대와 제지, 펄프 공장이 상당수 위치해 있어 부산시는 퍼클로레이트에 의한 오염 가능성이 높다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 낙동강 수계를 상수원수로 사용하고 있는 부산시의 수계를 포함한 수질 시료 중의 퍼클로레이트 농도 분포 현황을 파악할 뿐만 아니라 퍼클로레이트의 토양 및 기타 환경 매체로의 이동 가능성을 파악하여 퍼클로레이트에 대한 부산시민들의 안전성 및 유해성을 평가하였다.

III. 연구의 내용 및 범위

○ 퍼클로레이트 분석법 정립 및 최적조건 확립

- 다양한 환경시료를 대상으로 퍼클로레이트 분석에 주로 사용되고 있는 IC와 LC/MS를 이용하여 퍼클로레이트 분석하여 각 분석법의 장·단점을 비교 분석해 각 매체별로 최적의 분석조건 및 분석방법을 정립하였다. 또한 다양한 환경시료에서의 퍼클로레이트 분석을 위한 전처리법도 확립하였다.

○ 부산시 환경 시료에서의 퍼클로레이트 모니터링

- 수질 : 수계, 지하수 및 약수터, 생수, 하·폐수 처리장에서의 모니터링
낙동강 수계 및 부산시내의 지하수와 약수터, 생수, 그리고 하·폐수 처리장에서의 퍼클로레이트를 분석하여 부산시 수질에서의 퍼클로레이트 농도를 모니터링 하였다.

- 토양 : 퍼클로레이트 오염 우려 지역에서의 모니터링
퍼클로레이트의 가장 큰 발생원으로 알려져 있는 군부대와 부산시 내의 기타 공단 지역과 교통량이 많은 도심 지역, 농공단지에서의 퍼클로레이트 농도를 조사하였다.

- 식품 : 과일 및 야채, 우유

부산시에 현재 유통되고 있는 과일 5종과 야채 5종 및 우유에서의 퍼클로레이트를 분석해 농도를 조사하였다.

○ 퍼클로레이트 위해성 평가

- 모니터링 된 결과를 바탕으로 하여 부산 시민의 퍼클로레이트 노출량을 산정하여 EPA에서 규정한 퍼클로레이트 허용 노출 농도인 하루 섭취량 0.0007mg/kg/day (RfD)과 비교하여 위해성을 평가하였다.

IV. 연구결과

IC로 분석할 경우 카트리지를 사용하여 방해 물질을 많이 제거할 수 있었으나 하 · 폐수 시료 및 토양 시료에서는 카트리지 사용 후에도 여전히 방해 물질 피크가 없어지지 않아 미량의 퍼클로레이트 분석에는 방해물질의 영향을 비교적 적게 받는 LC-MS와 LC/MS/MS를 이용한 분석이 효율적이었다. IC와 LC/MS, LC/MS/MS에서의 퍼클로레이트 방법 검출 한계 (MDL)는 각각 1 ppb, 0.005 ppb, 0.003 ppb로 LC/MS/MS의 감도가 IC보다 400배 이상 좋은 것으로 나타났다.

확립된 분석법을 바탕으로 2회에 거쳐 환경 중의 퍼클로레이트 모니터링을 실시하였다. 2차 모니터링의 대부분의 환경시료는 1차 모니터링 지점과 동일한 지점에서 채취하였으며 일부 시료의 경우 다른 곳에서 채취되거나 추가되었다. 1차 모니터링 결과, 대부분의 환경 시료에서 퍼클로레이트가 매우 낮은 농도로 검출되었으며 시료별 퍼클로레이트 검출 평균농도는 약수터 0.013 ± 0.014 ppb, 지하수 0.031 ± 0.011 ppb, 수계 0.051 ± 0.131 ppb, 하수처리장 유입수 0.118 ± 0.107 ppb, 하수처리장 최종방류수 0.049 ± 0.021 ppb, 토양 시료에서는 0.430 ± 0.404 ppb, 야채시료 0.047 ± 0.050 ppb로 나타났다. 2차 모니터링 결과, 각 시료에 따른 퍼클로레이트 검출 평균농도는 약수터 0.10 ± 0.25 ppb, 지하수 0.67 ± 0.70 ppb, 수계 6.56 ± 19.92 ppb, 하수처리장 유입수 2.45 ± 3.21 ppb, 하수처리장 최종방류수 1.77 ± 1.82 ppb, 토양 시료에서는 2.39 ± 3.83 ppb, 우유 시료 8.22 ± 1.88 ppb로 나타났으며 1차 모니터링 평균농도에 비해 생수와 야채 시료를 제외한 대부분의 시료에서 높게 검출되었으며 생수와 야채 시료의 퍼클로레이트는 불검출 되었다.

1차 모니터링 경우, 수질시료에서는 하수유입수의 농도가 가장 높았고 토양 내 퍼클로레이트 평균 농도는 교통량이 많은 도심지역에서 가장 높게 나타났다. 야채 및 과일시료는 국외에 비해 낮은 농도를 보였으나 양배추 시료는 타 야채시료에 비해 2배 이상 높은 농도로 검출되었다. 2차 모니터링 경우, 수질시료에서는 대천

천의 농도로 인해 수계의 평균농도가 가장 높았으며 토양 시료에서는 도심지역인 서면에서 채취한 토양 시료의 퍼클로레이트 농도가 가장 높았다. 2차 모니터링에서 추가로 실시한 우유시료의 퍼클로레이트의 평균농도는 8.22 ± 1.88 ppb로 환경 시료 중 가장 높은 농도로 검출되었다.

V. 연구결과의 활용계획

본 연구 결과는 다양한 환경시료에서의 퍼클로레이트를 모니터링하여 국내 환경 및 인체에서의 퍼클로레이트 노출 정도를 평가하는데 사용할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 본 모니터링 결과를 통해 부산시 퍼클로레이트 분포 현황을 파악하고 향후 저감 방안 마련에 필요한 데이터를 제공하며 부산시 퍼클로레이트 방안 마련을 위한 기초 자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단한다.