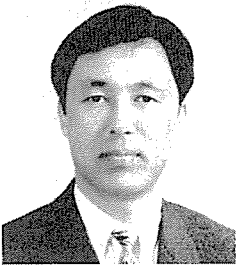


대기이온의 조성과 인공적 발생원리



최태섭 : 사단법인 한국원적외선협회 전무이사

1. 대기이온의 화학조성

1-1. 보통의 변화

대기이온은 대기의 전기적 성질을 결정하는 중요한 요소인 동시에, 에어로졸입자의 생성 및 식물의 생육효과, 미생물 및 생물의 생육작용, 동물과 사람에게 미치는 작용 등 여러 분야에서 그 응용과 역할이 주목되고 있다.

1980년대에 이미, 지표부근에서의 대기이온의 화학조성은 대기압에서 이온을 직접 샘플링 할 수 있는 「질량분석계」의 개발에 의해 많은 부분이 해명되고 있다.

플러스이온의 조성으로 앞에서 「 $H_3O^+(H_2O)_n$ 」(하이드로늄이온)이 예로 들어져 있지만, 이 이온이 안정하게 존재할 수 있는 것은, 이온 생성 후 10^2 초 정도까지이며, 그 이후는 대기중의 다른 중성성분과의 이온분자 반응에 의해 그 조성을 변화시켜 간다고 알려져 있다.

長門(1999)에 의하면, 대기이온은 $10^2 \sim 10^3$ 초의

수명을 가지며, 그 시간에 주변의 중성분자와 1013회 이상 충돌할 수 있다고 한다. 그 결과, 대기중의 농도가 ppt(10^{12} 분의 1) 이하의 미량성분과도 반응할 수 있게 된다. 즉, 대단히 많은 중성미량 성분이 대기이온과의 반응에 관여하고 있을 가능성이 있고, 그들과의 반응에 의해 대기이온의 생성에서 소멸까지, 그 조성을 항상 변화시켜 간다고 말하고 있다.

1-2. 마이너스이온의 화학조성

지상에서 자연마이너스이온 질량스펙트럼으로 가장 잘 관측되는 이온은, 「 $NO_3^-(HNO_3)_m(H_2O)_n$ 」이다. 長門(1999)에 의하면, 이 「 NO_3^- 」핵이온의 생성과정은 다음과 같다고 한다.

대기가 전리될 때에 발생한 자유전자가 주위 중성분자에 붙어서 $O_2^-(H_2O)_n$ 가 생긴다. $O_2^-(H_2O)_n$ 은 O_2 , CO_2 , O_3 , H_2O 와 반응해 $CO_3^-(H_2O)_n$ 가 되며, 다시 NO , NO_2 , HNO_3 , N_2O_5 와의 반응에 의해, $NO_3^-(H_2O)_n$ 가 형성된다.

NO_3^- 에 결합하는 H_2O 는 HNO_3 로 치환되기 쉬워 $\text{NO}_3^-(\text{HNO}_3)_m(\text{H}_2\text{O})_n$ 가 된다.

또, Luts에 의한 마이너스이온 반응의 시뮬레이션 결과에 의하면, 대기중의 HNO_3 농도는 0.01~1ppb이며, NO_3^- 핵이온은 의외로 빨리 형성된다고 한다.

또한, 실제 자연대기를 X선으로 인공전리하여 발생시킨 마이너스이온 (반응시간 약 0.2초)의 질량스펙트럼에는, $\text{O}_2^-(\text{H}_2\text{O})_n$ 나 $\text{CO}_3^-(\text{H}_2\text{O})_n$ 는 발견되지 않았으며, $\text{NO}_3^-(\text{HNO}_3)_m(\text{H}_2\text{O})_n$ 가 주요한 이온으로 나타났다고 한다.

질산의 전자친화력 (Electron Affinity)는 3.92eV로 대기중의 미량성분 중에서는 대단히 크기 때문에 NO_3^- 핵이온은 안정한 마이너스 이온을 형성하며, 대기 중의 질산보다도 전자친화력이 큰 성분이 있다면 NO_3^- 핵이온과 반응할 수 있다고 말하고 있다. (그림 1)

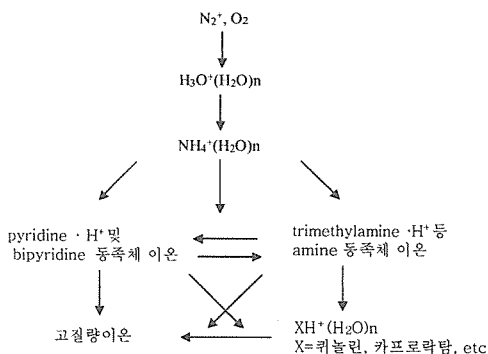


그림 1. 플러스이온 조성변화의 개략

또, 일반적으로 마이너스이온의 질량스펙트럼은 플러스이온에 비해 이온 peak가 작고, 단순하다고 말하며, 마이너스이온에서는 플러스이온 스펙트럼에서 볼 수 있었던 고질량 이온이 관측되지 않았다고 한다.

이상으로부터 長門은, 공기이온 조성에 대해 다음과 같이 결론 짓고 있다.

「대기이온의 조성변화를 일으키는 화학과정은 이온이 생성된 초기의 극히 짧은 시간을 제외하고 극히 단순하다. 즉, 플러스이온은 보다 양자친화력이 큰 성분으로, 마이너스이온은 보다 전자친화력이 큰 성분으로 변화해 간다. $10^2 \sim 10^3$ 초라는 대기 중에서의 이온 수명을 생각하면, $\text{NH}_4^+(\text{H}_2\text{O})_n$ 과 $\text{NO}_3^-(\text{HNO}_3)_m(\text{H}_2\text{O})_n$ 을 각각 플러스, 마이너스의 일차이온이라 해도 좋을 것이다. 따라서, 암모니아보다도 양자친화력이 큰 성분과, 질산보다 전자친화력이 큰 성분이 대기 중에 어느 정도 존재하고 있는가가 대기이온의 조성을 생각하는데 중요하다.

자연대기중의 이온 질량스펙트럼의 측정결과에 의하면, 암모니아보다도 양자친화력이 큰 성분과, 질산보다 전자친화력이 큰 성분이 극히 저농도(ppt이하)이지만, 대기 중에는 그와 같은 성분이 다수 존재해, 대기이온의 조성에 영향을 미치고 있다는 것을 알았다. 이와 같은 미량성분의 농도는 일반적으로 시간적, 공간적으로 변화하는 경우가 많고, 이에 대기이온 조성도 영향을 받는다는

것이 분명해졌다. 어느 농도의 미량성분까지 반응에 관여하는가는 이온의 수명이 어느 정도인가에 따라 다르다. 예를 들어, 에어로졸 입자가 많이 함유되어 있는 대기 중에서는, 이온은 에어로졸 입자에 붙어 빨리 감소해 버린다. 이와 같은 경우는, 비교적 고농도의 성분만이 반응에 관여하게 된다.

이온이 갖고있는 여러 물리화학적 특성은 이온의 화학조성에 의해 변한다. 지금까지 대기이온이 갖고있는 여러 작용을 생각할 때, 이온조성은 고려되지 않아 왔다.

그러나 대기이온의 역할을 자세히 설명하기 위해서는 단순히 전하를 가지는 분자로서 취급하는 것이 아니라, 그 조성도 포함하여 취급하는 것이 이후 필요하게 되었다.

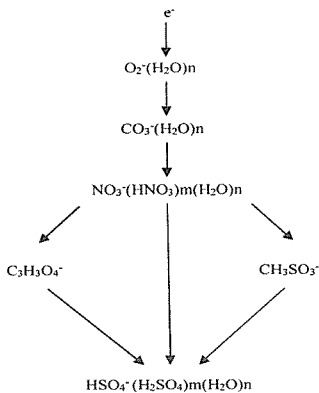


그림 2. 마이너스이온 조성변호의 개략

1-3. 플러스이온의 화학 조성

대기가 전리되어 처음에 생성되는 플러스이온은 N_2^+ , O_2^+ 이지만, 단시간 내에 $H_3O^+(H_2O)_n$ 로 변한다. 이것은 이론적으로도 실험적으로도 잘 알려진 사실이다. 전술 (화학반응의 항)한 바와 같이, 「n」의 분포는 수증기량과 온도로 결정되며, 지상부근의 자연대기 중에서는 대개 $n = 3 \sim 6$ 의 범위이다. $H_3O^+(H_2O)_n$ 의 생성에 필요한 시간은 대단히 짧으며, 10^{-3} 초 이하이다.

$H_3O^+(H_2O)_n$ 이후의 플러스이온의 조성변화 (그림2)는 중성분자의 클러스터링 반응을 제외 하면, 기본적으로, 보다 양자친화력 (Proton Affinity)이 큰 성분으로 proton(양자)이 이동되며, 통상의 대기 중에서는, 암모니아와의 반응에 의해 프로톤이 이동되어 $NH_4^+(H_2O)_n$ 이 형성된다고 한다.

표면부근의 대기 중에서 고질량 플러스이온이 형성되는 것은, 이동도 스펙트럼의 측정으로부터 알 수 있지만, 長門(1999)에서는 공기를 인공적으로 전리해 생성한 플러스이온에 대해서 이동도 스펙트럼의 반응시간에 의한 변화를 「도리후도 튜브형 이동도계」를 이용해 측정하고 있다.

그 결과, 고질량의 플러스이온은 비교적 단시간 내에 형성되는 것을 알았다. 이와 같은 고질량

플러스이온의 조성으로써는, 다수의 중성분자가 클러스터링해 크게 성장한 이온이나, 양자친화력이 큰 중화합물의 이온 등이 예상되어지고 있다. 또, 고질량 이온수의 비율은 기온과 함께 증가하는 경향이 있으며, 토양이나 식물로부터 방출되고 있는 화합물에 의한 가능성이 있다고도 말하고 있다.

방식. 이 방사성물질방식의 경우, 취급은 「방사성물질취급규정」에 따른다.

자외선방법

자외선을 이용해 공기이온을 발생시키는 방식.그 외 「전자방사방법」 「수파쇄방식」 「기화+방전방식」 등이 있다.

II. 인공적 공기이온 발생법

II-1. 기능에 의한 분류

인공적으로 공기이온을 발생시키는 방법에는, 아래와 같은 방법이 있다.

[공기이온 발생기]로는 환경위생용, 의료용을 목적으로 공기이온을 발생시키는 것을 들 수 있다.

교류방전방법

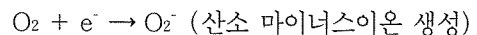
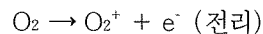
공기이온 발생부가 「방전극」과 「대향전극」으로 되어 있고, 방전극과 대향전극간에 「교류」의 고전압을 걸어 공기이온을 발생시키는 방법

II-2. 코로나방전방식

이 방식은 방전극(침)측을 (-), 대향전극 측을 (+)로 해, 직류의 고전압을 걸어 「코로나 방전」을 일으켜, 전극간에 국부파괴 (전리)를 일으켜 이것에 의해 다량의 「전자」를 공기중의 산소분자에 충돌시켜, 산소를 마이너스이온화 한다. 그때 일어나는 반응은 다음과 같다고 생각되어진다.

직류방전방법

공기이온 발생부가 「방전극」과 「대향전극」으로 되어 있고, 방전극과 대향전극간에 「직류」의 고전압을 걸어 공기이온을 발생시키는 방법



방사성물질방식

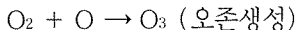
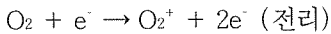
방사성물질을 사용해 공기이온을 발생시키는

통상, 공기 중에는 산소 (20.9%)보다 질소 (78%)가 많이 존재하지만, 질소는 산소에 비해 보다 안정하기 때문에, 전자는 산소 쪽으로 이동한다.

또한, 코로나방전을 발생시키기 위해서는 많은 에너지가 필요하며, 부산물로써 오존이나 질소화합물이 동시에 발생하게 된다.

이와 관련하여, 「방전현상」은 「중성의 분자에 고전압으로 가속된 전자를 충돌시켜, 중성분자를(전리)시키는 process가 계속해서 일어나는 현상」을 말한다.

「오존」(O₃) 생성 process를 예로 들면, 다음과 같다.



II-3. 전자방사방식

이 방법은 「파루스방전방식」으로도 불리며, 방전극(침) 만이 존재한다. 이 방전극에 (-)의 고전압의 파루스(극히 짧은 시간 흐르는 전류)를 가해 전자를 생성시킨다. 이 전자를 공기 중의 산소분자에 충돌시켜, 산소를 마이너스 이온화한다.

고전압이지만, 에너지양이 작은 파루스를 이용하기 때문에 「코로나방전」과 같은 방전극근방 공간의 국부 파괴(전리)는 일어나지 않고, 부유용량(storage capacitor)이라 부르는 「capacitor」를 향해 방전극으로부터 전자가 방사되어 공기의

산소분자에 충돌해 산소를 마이너스 이온화하는 것이 특징이다. 또한, 파루스방전은 직류와 비례 에너지가 작기 때문에 오존이 생기지 않는다.

II-4. 수파쇄방식

「수파쇄방식」은 물의 「이온해리」 이른바 「Lenard 효과」를 응용한 마이너스이온 발생 방식이다. 「Lenard 효과」는 20세기초에 P. Lenard (1905년, 노벨물리학상수상)가 수적(물방울)이 금속판에 충돌해 분열할 때, 부근의 공기 중에 이온이 발생해 분열한 물방울의 대전량 총화(총합)는 초기 수적의 전기량보다도 많아지는 것. 공기 중에 발생한 이온전하의 총화(총합)와 분열에 의해 증가한 수적의 전기량과 같아짐을 실험적으로 밝혔다. 그 후, 1909년 Simpson에 의해 수적이 공기 중에서 분열함에 따라, Lenard 효과와 동일한 양상의 결과를 얻을 수 있는 것. 공기 중에 발생한 이온은 수적의 전하의 여하에 상관없이 마이너스이온이라는 것, 수적은 분열 시에 발생한 이온과 같은양의 플러스전하를 얻는 것(수적분열설)이 확인되었다.

이 이론을 응용한 것이, 「수파쇄방식」(水分子付加마이너스이온 발생법)이다.

요약하면, 분사수(噴射水)를 금속판에 충돌시켜

미세한 수적으로 분열시킨다. 이 미세수적을 원심분리하여 「기액분리」해 마이너스이온을 얻는 것이다.

II-5. 기화 + 방전방식

「기화 + 방전방식」에 의한 마이너스이온 발생원리는, 코로나방전에 의해 발생한 전자를 수증기에 충돌·대전 시키는 것으로, 수파쇄식과 같은 구조를 가지는 (수분자를 함유) 마이너스이온을 생성시키는 것이다.

「기화+방전식」에서는, 방전식과 같은 이온화침에서 발생한 전자가 공기중의 물cluster 등의 핵과 결합해 마이너스이온이 된다. 그 외, 히타로 가열된 수증기와 혼합·충돌해 전하가 얻져 성장하는 것으로 입경이 크게 된다. 이온화침에서 발생한 전자가 직접 수증기에 전하를 주어 이온화한다고 생각된다. 생성된 마이너스이온의 입경은, 물의 분자를 핵으로 하고 있기 때문에 (입경이 2nm이상), 수증기입경과 대략 같다고 추측된다.

출처 : 空氣マイスイオン應用事典

● 신규회원사 가입을 환영합니다

회원사 상호간 필요한 자료와 정보를 제공하며 업체의 권익보호와 이익창출을 위해 최선을 다하겠습니다. 회원사에게는 시험측정시 30%의 할인혜택이 부여되고 있습니다.

● 협회지 발간시 게재내용을 보내주시시오

회원사의 새로운 소식, 신제품 개발, 동정 등의 내용을 보내주시면 무료로 게재하여 홍보가 될 수 있도록 최선을 다하겠습니다. 아울러 전면광고는 실비로 게재해 드립니다.

주소:서울시 송파구 석촌동 174-12 청호 B/D 5층
TEL:02-2203-6037, 6084 FAX:02-2203-6061 홈페이지:www.kfir.or.kr E-mail:kfia@korea.com