

공기오염과 음(-)이온

지철근 <서울대학교 명예교수>

1 서론

지구의 대기 중에는 우주로부터의 에너지가 높은 우주선, 태양으로부터의 자외선, 또한 지구 지중의 방사성물질로부터의 방사선 등이 공기 중을 통과할 때 공기 기체들의 원자나 분자를 전리시키는 이온화 작용으로 자연발생으로 양(+)¹이온과 음(-)²이온의 두 가지 이온이 존재한다.

공기가 깨끗하고 상쾌한 산림 속이나 폭포부근에는 음(-)이온이 많고, 대도시의 자동차 배기가스, 공장의 매연 등으로 오염된 불쾌한 공기에는 양(+)¹이온이 많다.

오염되고 양(+)¹이온이 많은 도시공기는 우리 건강뿐만 아니라 생태계의 동식물의 생육에 많은 장애를 가져온다.

혈액중에 양(+)¹이온이 많으면 머리가 무겁고 몸이 나른해지며, 의욕이 떨어지며 심해지면 두통, 현기증, 구토기, 초조 등의 호소가 많아지고, 인체조직의 세포를 산화시켜서 각종 질병을 유발하여 노화를 촉진시킨다.

반면 음(-)²이온이 많은 공기환경에서는 기분이 상쾌하고 마음이 안정되며 치유되면서 전신에 솟아오르는 활력을 느낀다. 또한 음(-)²이온은 양(+)¹이온으로 산화된 체질을 환원시켜 인간의 자연 치유력을 높혀서 건강과 젊음을 유지, 증진시킨다.

이와같이 음(-)²이온은 생태계의 동·식물의 생육

에 좋은 영향을 미치므로 “공기의 비타민”이라고도 한다.

이는 산림 속에서 심신이 상쾌해지고 머리가 맑아지는 효력과, 자연 치유의 효능 등의 자연환경지향성과 인생을 건강하게 살고 싶어 하는 건강지향성 등으로 산림 속의 쾌적한 자연환경 중에는 많은 음(-)²이온 있다는 사실에 동조되어 사람들은 그의 상쾌한 효능이나 마음을 편하게 하는 효과들부터 음(-)²이온이 갖고 있는 치유적인 느낌을 연상하여 음(-)²이온에 대한 붐이 급격히 일고 있다고 생각된다.

국내에서는 일본의 음(-)²이온 산업에 동조하여 각종상품이 속출되고 있으나 이익만을 앞세우는 많은 개인이나 단체들의 상업적인 접근으로 음(-)²이온의 본질과 효능을 흐리고 있는 실정이며, 이에 순수한 학문적, 전문적인 접근이 필요하다.

이에 다년간 원적외선, 음(-)²이온 분야를 연구중인 학자들의 학문적인 접근이 크게 기대되는 바이다.

2. 역전된 대기의 이온밸런스

우리들은 항상 공기를 흡입함으로써 스스로 복잡한 생체를 유지하고 있다. 공기는 대부분이 질소(78 [%]), 산소(21[%])의 원소 이외에 미량의 탄산가스, 아르곤, 수소 등의 원소들의 혼합된 기체로서 이들을 함께 신체에 끌어들이고 있다.

특집 : 음(-)이온

그런데 중요한 것은 이들 공기를 호흡할 때 각각 원소들의 양(+)이온과 음(-)이온을 동시에 신체로 끌어들이고 있다는 것이다.

현재 대기 중의 이온 상태는 항상 양(+)과 음(-)의 밸런스가 잡혀 있으면 좋으려만 밸런스(중성)가 유지되지 못하고 있다.

미국의 발표에 의하면 20세기 초기, 대기 중의 이온은, 양(+)이온 1에 대하여 음(-)이온은 1.2였으나 현재의 대기 상태는 양(+)이온과 음(-)이온의 비율이 1.2에 대하여 1로, 겨우 한 세기 사이에 이온 밸런스가 역전되었으며, 지금 우리들의 생활환경은 양(+)이온에 둘러 쌓인 공기 속에서 살고 있다.

이는 지구가 원래 지니고 있는 자연 환경의 회복능력을 우리들이 만들어낸 문명, 그것도 무르익을 대로 무르익은 현대 문명의 기여 때문이다.

구체적으로 말한다면 하루 자동차가 뿜어대는 대기가스, 공장 등에서 배출되는 각종 매연 등의 양(+)이온을 늘리는 역할에는 으뜸인 것이다.

또한 쓰레기 태울 때 나오는 다이옥신, 농약, 각종 식물첨가물(화학물질) 등이 양(+)이온을 늘리는 원흉이다.

양(+)이온은 보통 피로이온이라고 하며 여름철 뇌우가 쏟아지기 수분 전에 공기가 무겁고 불쾌감을 느낀다. 이는 양(+)이온이 충만한 공기 때문이다. 지표부근에 양(+)이온이 충만할 때 음(-)이온의 덩어리인 우리가 떨어진다. 낙뢰 중에는 음(-)이온이 3,000개/[cc]를 초과한다고 한다.

뇌우 후의 시원한 상쾌감을 누구나 느끼고 있으나, 이는 음(-)이온의 공기가 충만되어 기분이 안정되고 건강에도 좋은 영향을 미치기 때문이다.

인체에 양(+)이온이 많이 들어가 체내의 조직이나 자율신경은 상당한 스트레스(긴장상태)를 강요받게 된다.

이 강요가 부위마다 질병을 유발하는 계기가 되어 여러 가지 병이 발생하게 된다.

이와 반대로 음(-)이온이 많으면 호흡한 이온은 혈액 속에 녹아 들어가서 세포막에 의한 신진대사가 활발하게 되어 생체는 싱싱하게 활동하게 된다.

그러한 뜻에서 대자연 속에 있는 음(-)이온은 21세기의 비장된 에너지로 생각되며 올바르게 이용할 필요가 있다.

3. 공기의 오염

3.1 대기의 오염

(1) 대기의 오염 원인

46억년 지구의 역사를 통하여 대기의 상태는 자연적인 현상에 의한 수많은 변화를 거듭하여 현재에 이르렀다.

인위적인 대기 오염은 본격적으로 18세기 중엽 산업혁명의 발생지인 영국에서 지하자원인 대량의 석탄을 연료로 사용하기 시작한 결과 배출된 물질에 의한 오염에서 비롯된다.

그후 석탄으로부터 석유나 천연가스로의 연료 전환이 이루어지면서 매연에 의한 대기오염은 감소되고, 중화학공업, 난방 및 자동차 등에 대량으로 사용되는 석유계 연료의 연소 생성물에 의한 자동차 배출가스 및 광화학 스모그 등의 새로운 형태의 대기오염이 시작되었다.

우리나라의 경우는 국토가 협소한 입지조건, 인구 증가, 특히 도시의 인구집중, 에너지 소비량의 증대 및 산업의 가속화, 자동차의 폭발적인 증가 및 경제개발 우선에 밀린 소극적인 대책 등의 요인으로 대기오염은 점차 심각하게 되어 가고 있다.

서울에서의 자동차 배기로 인한 오염도는 1991년에 54.5(%)였으나 1997년 85.3(%)로 급증하였다. 1995년 대기오염 총 배출량은 42만톤이고, 이중 80(%)인 34만 톤이 자동차 배기 배출량이다.

다시 말하면 풍요로움과 편리성을 우선한 고도 경

제사회를 추구하는 사이에 지구의 지하자원인 화석연료인 석탄과 석유가 등장하여 시내를 질주하는 자동차의 배기가스, 공장의 매연 등이 공기를 오염하고 대기를 오염하고 있다. 또한 대도시 근교의 쓰레기 소각장에서 배출되는 다이옥신, 농약, 각종 식품첨가물, 독성을 나타내는 신개발 건축자재의 접착제(포름알데히드), 기타 여러 가지 일용품에 쓰이는 유기인화합물 등이 대기를 오염시키고 있다.

(2) 대기오염 물질의 종류

대기의 오염물질을 가스체 물질과 입자체 물질로 되어 있다.

① 가스체 물질

대기 중에 가스상태로 존재하거나 확산되어 증기 또는 액체 입자인 연무 상태로 존재하는 오염물질이다.

예컨대 자동차 배출의 대기 오염물은 가스체 성분(99.8(%))으로 주로 질소산화물(NOx), 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO)이고, 입자체 성분(0.2(%))으로 극히 미량이며 매연, 악취를 유발하고 입자 지름은 약 0.02(μm) 정도이다.

② 입자체 물질

대기 중에는 기체 성분 이외에 액체 및 고체의 미립자가 존재한다. 대기 중의 이들 부유입자체 물질(SPM)을 에어로졸이라 하며 입자 지름이 0.003~100(μm) 범위로 폭넓게 분포되고 있다.

1차적으로 배출된 가스 및 에어로졸 성분이 대기 중에서 반응되어 2차적으로 생성되는 가스 및 에어로졸로 성분의 변환, 변질한다.

3.2 실내 공기의 오염

실내 거주자가 토해내는 이산화탄소, 석유나 가스 등의 난방 조리로 인해 실내 연소에 의해 생기는 오염 물질이 있다.

가스나 석유 등의 유기 화합물을 연소시키면 산소가 소비되고 동시에 탄산가스와 수증기가 발생한다.

또한 흡연에 의해 발생하는 담배연기에서는 니코틴, 부유입자, 일산화탄소, 질소산화물, 포름알데히드, 화학오염물질이 포함되어 있고, 그 중에서도 1μ 이하의 입자물질은 폐에 가라앉기 쉽다.

그리고 건물 자체가 오염원이 되는 경우가 있다. 건축용 합판, 천장 타일 등의 포름알데히드, 유기화합물, 세균, 곰팡이 진드기 분진, 콘크리트, 석고보드로부터의 라돈 등이다.

한편 실외의 대기오염물질 즉, 자동차 배기가스, 공장, 광화학 스모그 등에서 발생하는 이산화유황, 질소산화물, 일산화탄소, 오존 등이 실내에 침입되는 것도 생각할 수 있다.

표 3-1. 일반적인 실내오염 물질

분류	물 질 명
무 기 입 자	O ₃ (오존), NO _x (질소산화물), SO _x (유황산화물), NH ₃ (암모니아)
비미생물 입자	미립자, 석면, 담배연기, 유연
생 물 입 자	꽃가루, 세균, 곰팡이
휘발성 냄새	용제냄새, 알데히드류 냄새, 아민류 냄새

그리고 신건축증후군은 본래 화학물질 과민증으로

표 3-2. 화학물질 과민증의 원인으로 될 수 있는 물질

식품과 첨가물	곡물이나 어패물, 계란 등의 단백질, 식육에 남는 가축용의 항생물질이나 성장 호르몬제, 야채나 과일의 잔류 농약, 착색료, 감미료, 내곰팡이제, 포장용 플라스틱의 가스제, 통조림 통 내면에 사용되는 페놀 수지
의 류	포드말린, 방충제, 방연가공제, 방습가공제, 접착제 등의 유기용제 염료, 크리닝점의 가공제, 합성섬유의 속옷
실내오염물질	비닐제품의 가스제, 펜이나 신문, 잡지의 잉크, 담배연기 스토브의 연소가스, 생화 등에 사용되는 농약
대기오염물질	송충방제용 공중살포제, 벤젠 등의 유기용제, 자동차 배기가스, 연소가스, 공장으로부터의 오염물질
일 용 품	향기비누, 핸드크림, 헤어스프레이, 향수, 양치질약

특징 : 음(-)이온

충충되었다. 화학물질 과민증의 원인으로 되는 물질을 <표 3-2>에서 나타낸다.

4. 공기이온

4.1 공기이온

공기이온이란 공기중의 원자, 분자 등의 양(+) 또는 음(-)으로 대전된 상태를 말한다.

공기 중의 중성원자 또는 분자가 지중방사능인 라듐(Ra), 토륨(Th), 공기중 방사선인 라돈(Rn), 태양의 자외선, 우주선 등의 충돌에 의한 에너지에 의하여 전자를 방출함에 따라서 한 개 이상의 전자를 잃으면 양(+)이온, 또한 한 개 이상의 전자를 여분으로 얻으면 음(-)이온이라 한다. 즉 공기 중의 물질이 양(+)으로 대전하든가 음(-)으로 대전하는가는 전자의 방출 또는 획득에 의하여 결정된다.

공기 중에는 수증기, N₂, O₂, CO₂, Ar 등이 혼합되어 있으며, 각각 양(+)이온, 음(-)이온의 상태로 우리들의 생활공간을 항상 떠돌고 있다.

양(+)이온은 큰 입자, 음(-)이온은 작은 입자이며, 이온 한 개는 지름이 겨우 100만분의 1(mm) 정도라는 초극소 미립자이다.

그런데 이와 같은 미립자는 이온이라는 공기 중을 떠도는 모습뿐만이 아니고, 때로는 고체 또는 액체로, 더욱이 기체라는 상태의 모습인 물질의 3태로 각종 활동이나 특수한 가능성을 가지고 있다.

4.2 대기의 이온화 요인

(1) 우주선, 태양의 자외선

태양광에 포함된 자외선이 기체를 통과하면 기체분자가 여기 전리되어 양(+), 음(-) 두 이온이 생성된다.

10(km)의 고공에서는 자외선이 강하므로 지표부근에 비하여 10배의 이온화가 관측되지만 양(+), 음

(-)의 재결합이 일어나서 소멸되므로 이것이 지표까지 도달되지는 않는다. 또한 은하계로부터 방사되는 우주선은 γ 선보다 매우 투과성이 강하다. 대기의 원자와 충돌하여 높은 에너지의 입자선, 전자파를 발생시켜서 이것이 공기이온을 만든다.

(2) 지중 방사성 물질

지구의 지각에는 라듐(Ra), 라돈(Rn), 토륨(Th)이라는 방사성물질이 넓은 범위에 걸쳐 존재하며, 그들이 붕괴할 때 기체, 소위 방사성희가스 원소가 지각을 통하여 대기 중에 방산한다.

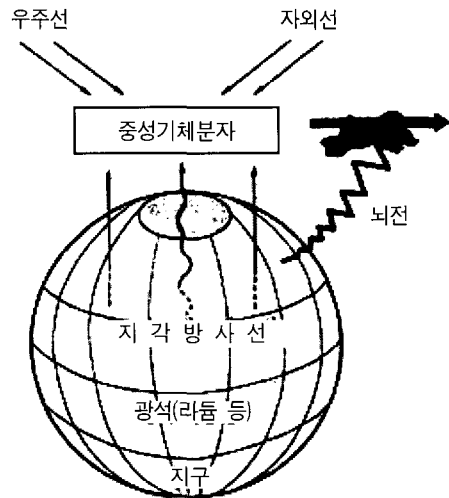


그림 4-1. 공기이온의 발생 요인

대기 중에 방출된 방사성희가스는 다시금 붕괴하여 라듐 A, B, C 등의 방사성 물질로 변화하여 가는 한편 α 선, β 선, γ 선을 방출하여 공기를 이온화한다.

(3) 전위차에 의한 충돌

대기와 지표 사이의 전위차 즉, 지표상의 전장이 10(kV/cm) 이상으로 되면 대기 중에 이미 존재하고 있는 이온과 충돌하여 별종의 새로운 이온이 생성된다.

전기 분해의 양극에서 반대전하의 분자를 끌어당기는 것과 유사한 현상이 대기 중에서 발생한다고 생각하면 될 것이다.

그러므로 뇌우일 때 이온량이 급격하게 증대하는 것은 강력한 전장(電場)이 있기 때문이다.

전장이 강할 때, 가늘고 뽀족한 도체를 전장 내에 놓으면 발광현상을 볼 수 있다.

뇌우, 풍설에 따라 전장의 강도가 커지면 주위보다 높은 곳인 사원의 탑 꼭대기, 피뢰침 등에 홍색이나 청색의 발광을 볼 수 있다.

이러한 경우 선단의 전장은 매우 강하고, 공기 중을 이동하는 이온의 속도도 가속되어 이것이 공기분자와 충돌하여 이온화(전리)시킨다.

(4) 레나르트 효과(물파쇄방식)

방사선에 의한 전리작용 이외로 양적으로 그리 많지는 않으나 액체가 분열할 때에도 이온이 생성된다.

액체가 급격히 미립화되면, 액체의 표면에너지가 변화하므로 액체방울이 대전한다.

예컨대 물방울이 분열할 때 물방울에는 양(+)으로 대전하고 주위의 공기는 음(-)으로 대전한다. 이 현상이 레나르트 효과이며 암석이 많은 해안이나 높은 폭포 부근에서 음(-)이온이 많은 이유이다.

다시 말하면 물방울이 분열, 파쇄에 따라 미세한 물방울로부터 전자가 공기 중에 방출되고, 공기 중의 기체분자(특히 O₂)에 둘러 쌓여서 음(-)이온을 생성하는 현상을 말한다.

물이 공기 중에서 표면적을 감소할 때(즉 물방울이 그 자신보다 더욱 적은 물방울로 분열할 때) 분열을 일으킨 외부로부터의 강한 에너지에 의하여 전자가 공기 중에 방출된다. 전자를 잃은 물방울의 물분자는 양(+)이온으로 전자를 흡착한 주변의 공기에 음(-)이온이 생긴다. 필립스 레나르트(Philip Lenard)에 의해 확인됨으로써 레나르트 효과(Lenard-Effect)라 한다.

높은 폭포 근처의 대기는 전자를 얻어서 음(-)으로 대전하고 물방울 자체는 양(+) 대전하는 현상으로 이 효과는 낙차가 50[m] 이상의 폭포에 한해서 나타나며, 그 이하에서는 낙하에너지가 부족하여 전자방출이 일어나지 않으므로 이 효과는 일어나지 않는다.

(5) 광물자원

일반적으로 습은 가만히 놓아둔 상태에서는 전혀 마이너스 이온이 검출되지 않는다. 그런데 바람이 불면 마이너스 이온이 검출된다는 사실을 알았다. 이 사실에 착안하여 습을 흔들면서 마이너스 이온 검출을

표 4-1. 천연석의 원적외선 복사율과 마이너스 이온 방출 능력

시 료 명	산 지	원적외선 복사율((%)	마이너스이온 최대치(개/(cc))
전기 석	브 라 질	88	2,485
귀 양 석	일 본 군 바	96	9,451
운 석	일 본 돛 도 리		3,679
맥 반 석	일 본 기 후	87	758
화 강 암			479
용 암	일 본 야 마 니 스	96	1,341
건 운 모	한 국	88	4,278
자 수 정	한 국	81	2,152
자 수 정	브 라 질	85	2,625
빈 초 탄	일 본 기 슈	82	8,348
대 나 무 숲	한 국	85	2,039

특집 : 음(-)이온

하였더니 흔들리는 강도에 따라 마이너스 이온 측정기에 나타나는 수치가 커짐을 알았다. 이 사실에 자극을 받아 암석도 흔들면 숯과 똑같이 가만히 놓아둔 상태에서는 전혀 검출되지 않던 마이너스 이온이 검출됨을 확인할 수 있다.

〈표 4-1〉에서 볼 수 있는 몇가지 암석의 예와 같이 모든 암석은 약간의 진동을 가하므로 마이너스 이온 생성되어 마이너스 이온이 측정되었다.

여기에서 보듯이 어떤 암석도 마이너스 이온 생성 능력은 있음을 확인할 수 있으며, 그 암석에 어떠한 힘을 준다면 마이너스 이온을 밖으로 내놓을 수 있음을 이해할 수 있다. 따라서 이러한 암석을 아주 곱게 갈아서 실에 부착하거나, 실을 만드는 합성원료에 섞어서 실을 만들면, 실끼리의 마찰하거나 몸에 착용하여 몸이 움직임에 따라 실에 주어지는 압력과 흔들림으로 마이너스 이온이 방출되어 몸에 좋은 효과를 줄 수 있으리라고 충분히 생각할 수 있다.

(6) 식물에 의한 발생

산림의 특징은 항상 건조하지 않고 다습하다는 것이다. 즉 흙이나 수목의 주변에 수분이 풍부하다.

비가 내리면 흙은 물을 흠뻑 빨아들인다. 비가 그치고 햇빛이 비쳐 따뜻해지면 이번에는 수분이 서서히 증발된다. 이때 물의 클러스터가 작은 상태에서 공기 속으로 떠오르므로 '작은 이온'이라고 일컬어지는 마이너스 이온이 많이 발생하게 된다. 이것을 화학식으로 나타내면 $\text{OH}(\text{H}_2\text{O})_n$ 으로 된다.

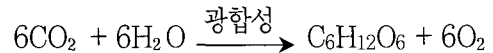
해가 비치면 그만큼 물이 서서히 증발하고, 햇빛의 원적외선 효과로 물분자를 분해하여 마이너스 이온인 $\text{OH}(\text{H}_2\text{O})_n$ 과 플러스 이온인 $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_n$ 으로 된다. 플러스 이온은 무거워서 지면에 떨어져 공기는 마이너스 이온이 된다. 그러니까 흙이 있으면 마이너스 이온을 발생하는 생태가 콘크리트와 달리 몇 날이라도 계속 된다.

이와 같이 산림에 내린 비는 흙이나 수림 또는 화초

등에 흡수되어 나뭇잎의 숨구멍을 통하여 다시금 대기 속으로 증발한다. 증발할 때 많은 수의 전자가 방출되어 주변 공기 중의 O_2 와 결합하여 많은 수의 음(-)이온이 발생한다.

장소에 따라 다르지만 대개 5,000~6,000개/ $[\text{cm}^3]$ 가 된다.

한편 녹색식물의 산림 속에서는 녹색식물이 태양빛의 광합성인 대기 중의 CO_2 와 식물 속의 H_2O 를 원료로 하여 빛 에너지를 가하면 탄수화물(전분)을 합성하고 O_2 를 방출하여 대기 중에 O_2 를 공급한다.



이 신선한 O_2 에 땅이나 수림, 초목으로부터 방출되는 전자와 부차하여 음(-)이온인 산소음이온(O_2^-)이 대량 발생한다.

(7) 대기의 이온 밸런스

여러 가지 자연현상으로 대기 중에서 이온화 현상이 일어날 때 보통은 양(+)이온과 음(-)이온이 쌍으로 생긴다.

그러나 β 선 방사나 레나르트 효과에 의한 경우는 음(-)이온만 생성되고 쌍이온 발생이 따르지 않는다.

β 선은 전자 그 자체이고, 레나르트 효과는 전자를 대기 중에 방출시켜서 기체(특히 O_2)를 음(-)이온화하기 때문이다.

공기 중의 초산, 탄산, 유산을 핵으로 생긴 이온은 모두 음(-)이온이다.

이에 대하여 양(+)이온만 단독으로 대기 중에 생기는 현상은 지중의 방사선의 붕괴된 기체인 에마리온 같이 저기압으로 지표에 도달한 경우에 한한다.

따라서 본래는 평균적으로는 음(-)이온이 양(+)이온보다 많아야 한다. 그러나 현재는 옛날에 비해 음(-)이온이 적어지고 풍요로운 자연에 혜택된 장소에

표 4-2. 각종원소의 전자친화력 Ea값

원소	H	He	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Cl	Ar	O ₂
Ea(eV)	0.76	-0.5	1.37	0.04	3.80	3.94	-1.2	0.08	-0.9	-0.2	3.75	-1.0	1.0

비하여 대도시에서는 압도적으로 소량으로 되고 있는 것은 대기의 오염물질(양대전)의 증가, 양(+)이온의 증대, 더욱이 전자파 발생원이 급증하여 이에 가담하고 있기 때문이다.

(8) 공기원소의 전자친화력

자연의 여러 가지 방법으로 대기에 이온이 만들어진다.

예컨대 지각 변동에 의한 β선, 혹은 레나르트 효과로 전자가 대기 중에 방출된다고 하며, 대체로 대기의 약 80(%) (실제 78(%))가 질소이고, 약 20(%) (실제 21(%))가 산소이므로, 대기 중에 방출된 전자가 질소분자에 조우하는 확률은 약 80(%), 산소분자와 만날 수 있는 확률은 20(%) 정도이다. 그러나 전자는 대량의 질소분자보다 산소분자와 결합하려는 성질이 있다.

전자가 상대원소와 결합되는 비율은 전자친화력이라 한다.

〈표 4-2〉에 각 원소의 전자친화력(부착력) Ea를 나타낸다.

다시 말해서 질소는 대기 중에 산소의 4배 정도로 많지만 전자에 대한 친화력은 3.80, 질소는 0.04로 질소의 약 100배로 되어 질소분자가 음(-)이온으로 되는 확률은 산소분자의 1/100 정도에 지나지 않는다.

그러므로 대기 중에서 공기 음(-)이온의 대다수는 산소분자(O₂⁻)로 이루어진다.

질소의 대기중 구성비는 산소의 4배이지만 전자친화력이 1/100이므로 질소의 음(-)이온은 극히 소량 존재한다.

◇ 저 자 소개 ◇



지철근(池哲根)

1927년 7월 17일생. 1951년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1995년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1957년 미국 케이스대 공대 대학원 수료. 서울대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1983년 대한전기학회 회장. 현재 서울대 공대 전기공학부 명예교수, 기술사. 본 학회 명예회장. 국제조명위원회(C.I.E) 한국위원회 회장.