

오존과 자외선을 이용한 유해 환경 개선에 관한 연구
-가정의 유해 세균 및 집먼지진드기 제거를 중심으로-
Ozone and UV Light-mediated Sanitization of Hazardous Environments
-Eradication of Pathogens and Ticks -

조동연(Dong-Yeon Cho)*

(주)바이오니아 well being 사업팀장 (대전시 대덕구 문평동 49-3)

정상원(Sang-Won Jung)**

(주)바이오니아 판매법인 삼우교역(서울시 양천구 신정동 1013-4 성배법조빌딩)

요약(要約)

본 연구에서는 가정의 여러 유해 환경 중에서도 세균과 바이러스 그리고 집먼지진드기를 효과적으로 제거할 수 있는 방법으로서 오존과 자외선이 그 대안이 될 수 있음을 실험을 통해 검증하고 있다. 실험을 통해 다음과 같은 사실이 확인되었다.

첫째, 가정과 유사한 실험 공간에서 오존과 자외선을 이용한 멸균 실험을 통해 실제 가정의 유해 세균이 수 십분 이내에 99.9% 제거되는 조건을 확인하였다.

둘째, 오존과 자외선을 이용하여 바이러스가 99.9% 제거되는 조건을 확인하였다.

셋째, 집먼지진드기가 제거되는 조건을 확인하였다. 오존만을 적용한 조건과 오존과 자외선을 동시에 적용한 조건으로 나누어 실험한 결과를 통해 집먼지진드기는 오존과 자외선의 동시 노출 조건에서 사멸율이 더 높게 나타났으며, 오존만을 이용한 조건만으로 집먼지진드기가 제거됨을 확인할 수 있었다.

Abstract

In this study, the sanitization effects of ozone and UV against pathogens and ticks were studied. The results indicate that in environments mimicking that of households, the number of pathogens was reduced by 99.9% and 99.9% by ozone and UV light, respectively. In addition, virus counts were also reduced by 100%. Optimization of experimental parameters showed that, under appropriate application, ticks are also eradicated by ozone and UV light. The ticks were divided into two groups, with the first group being treated with ozone only and the latter with ozone and UV light. The results from these experiments showed that, although ozone alone reduces the vitality of the ticks, the survival rate of the ticks was significantly more reduced when the ticks were exposed simultaneously to ozone and UV.

(Keyword)

Ozone, UV(ultraviolet) light, Ticks, Virus, pathogens

1. 서론

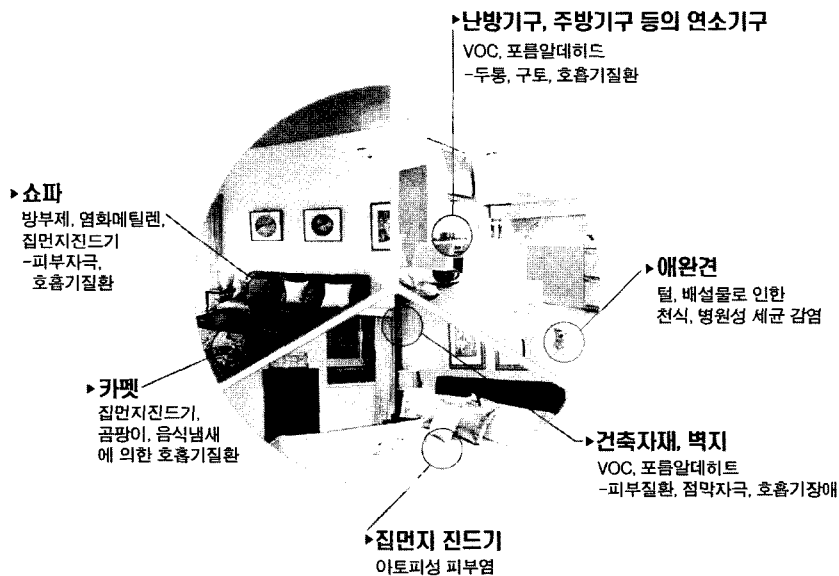
1 개요

유해 환경에 대한 가정의 인식 변화는 well being 이라는 새로운 트렌드를 형성하였으며, 관련 상품의 시장을 급속하게 팽창시키고 있다. 그러나 가정의 생활 환경은 편리하고 쾌적해진 환경만큼이나 각종 유해 환경은 여전히 사람을 위협하고 있는 것이 현실이다. 따라서 가정 유해 환경 개선을 위해 보다 다각적인 해결책이 모색되어야 하며, 쾌적한 환경을 만들고 만들어진 환경을 지속적으로 관리하는 것이 요구된다고 하겠다.

일반적으로 사람이 가정에서 생활하는 시간은 수면시간을 포함하면 하루의 2분의 1 이상이다. 이러한 주거 환경은 잘 관리된다면 안락하고 즐거우며, 건강을 기키는 바탕이 되기도 하지만 잘못된 관리는 각종 질병과 스트레스 더 나아가서는 사망의 원인이 되기도 한다.

본 연구에서는 가정의 주요 유해 환경 중에서도 세균과 바이러스, 그리고 집먼지진드기를 중심으로, 효과적인 박멸의 방법을 실험을 통해 고찰하고 있다. 제 1장에서는 유해 환경의 대표격인 세균과 바이러스, 집먼지진드기에 대해서 살펴보고, 이들이 일반 가정에 미치는 영향에 대해서 고찰한다. 2장에서는 이러한 유해 환경을 극복할 수 있는 대안을 하나로 오존과 자외선의 특성을 검토하여, 오존과 자외선을 이용한 세균 및 집먼지진드기 제거를 위한 방법을 고찰한다. 그리고 3장에서는 실험을 통해 오존과 자외선을 이용한 세균과 바이러스, 집먼지진드기를 제거함으로써 유해 세균과 집먼지진드기 제거 조건을 검증하고 있다.

2 가정의 유해 환경의 종류와 실태



[그림 1] 가정의 유해 환경과 관련질환

가정의 여러 유해 환경에서 보듯이 가정의 화학 기자재에서 발생하는 유해가스 외에도 일상적 생활을 통해서 지속적으로 실내 환경에 영향을 줄 수 있는 것으로는 세균과 바이러스, 곰팡이, 집먼지진드기를 꼽을 수 있다. 이러한 부유 세균과 집먼지진드기는 여러가지 질병과 호흡기 질환 아토피성피부염 등의 원인을 제공하는 것으로 알려지고 있다.

2.1 세균

일반적으로 이야기하는 세균은 분열균문 분열균강에 속하며 거의 모든 환경에 존재하는 현미경적 크기의 생물을 일컫는다. 특징으로는 단세포성 생물로서 리케차나 바이러스를 제외하고는 가장 작은 생명체이며, 크기는 약 100nm로 구균(구형) 막대모양(간균) 나선형(나선균) 등의 3가지 세포 모양이 있다¹

2.2 바이러스

바이러스는 살아있는 동물.식물.미생물 세포에서만 증식할 수 있는 크기가 작고 성분이 간단한 감염성 병원체로서, 20~250nm 정도로 매우 작은 것이 특징이다. 바이러스는 단백질 캡시드로 둘러싸여 있는 단일 또는 이중나선의 핵산 중심부로 구성되어 있으며, 어떤 바이러스는 지방과 단백질로 이루어진 외피로 싸여 있다.² 이러한 바이러스의 예로는 사스, 독감 바이러스 등이 대표적이다.

2.3 집먼지진드기

집먼지진드기란 일반 가정의 집먼지에서 발견되는 진드기류를 총칭하며 특히, 가정 생활에서 발생하는 비듬이나 각질 등의 인설을 먹이로 하고 있는 먼지진드기에 속하는 진드기로서 좁은 의미의 "집먼지진드기"로 사용되고 있다. 이러한 집먼지진드기는 몸체의 일부나 배설물 등이 사람의 호흡기로 흡입되면서 사람에게 알레르기, 천식 아토피성피부염의 원인을 제공하는 것으로 학계에 보고되고 있다.

‘경상남도 내 집먼지진드기의 지역적 분포 조사연구’³에서 140 가정의 집먼지를 조사하여 총 67,011 개체의 진드기를 분류하여 4 아목 8 과 9 속 10 종의 진드기를 확인하였고, 우점종은 큰다리집먼지진드기(*Dermatophagoides farinae* : DF) 45,568 개체 (68.0%), 세로무늬집먼지진드기(*Dermatophagoides pteronyssinus* : DP) 18,776 개체(28.0%)로 이 둘 종류가 전체진드기의 96%를 나타나고 있는 것을 확인하였다. 그리고 먼지 2.5g 중 1,000 개체 이상 서식하는 가정이 17 가정(12.2%), 500~999 개체는 20 가정(14.3%), 100~499 개체 51 가정(36.4%), 99 개체 이하는 49 가정(35.0%), 한 개체도 분리되지 않은 가정이 3 가정(2.1%)으로 나타남을 확인 함으로써, 우리의 가정 환경이 집먼지진드기에 어느 정도 노출되어 있는지를 짐작할 수 있다.

¹ 브리टे니커 세계 대백과사전 12권, 브리टे니커, 동아일보, 1993

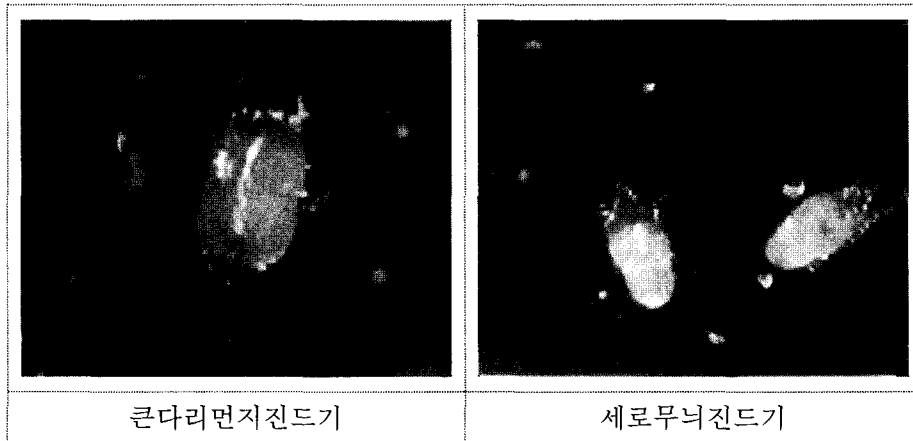
² 180P 브리टे니커 세계 대백과사전 8권, 브리टे니커, 동아일보, 1993

³ 김영훈외, ‘경상남도내 집먼지 진드기의 지역적 분포 조사연구’, 경상남도보건환경연구원보, 제7권, p.9-30, 2002

개체수	1000개체 이상	500~999	100~499	99
가정수	17	20	51	49
백분율(%)	12.2	14.3	36.4	35.0

[표 1] 140가구를 대상으로 한 먼지 2.5g당 발견되는 집먼지 진드기의 수

[그림2] 집먼지진드기의 우점종인 큰다리먼지진드기와 세로무늬진드기



II 재료 및 방법(Materials and Methods)

1. 오존과 자외선

1.1 오존

오존은 그리스어의 Ozein[냄새]에서 유래된 것으로 특이한 취기(냄새)를 가진 기체의 명칭이며 오존이 발견되기는 1840년 독일의 쉰베닌에 의해서이고, 1857년 영국의 지멘스가 처음 개발한 유리제품의 방전관식으로 양측 전극에 교류 고전압을 인가하여 무성방전을 일으키고 건조한 공기 및 산소를 통과시켜 오존을 생성하였다⁴ 물성 및 관계식에서 보듯 공기보다 무거운 기체이나 불안정한 기체이기 때문에 빠른 확산 속도를 갖는다.

표준상태(0℃/1기압)	
OZONE(O3) 밀도(Density)	2.14 kg/m ³
OXYGEN(O2) 밀도	1.43 kg/m ³
AIR 밀도	1.29 kg/m ³
WATER 밀도	1,000 kg/m ³

[표 2] 물성 및 관계식

알려진 오존의 산화작용과 살균능력은 염소보다 5-6배 강한 살균력, 3,000배 더 빠른 살균속도를 작용 후 산소로 분해되기 때문에 공기의 정화(淨化)에 자주 사용된다. 2차 오염 물질이 없고 높은 에너지와 산화력을 가지고 있어 유·무기 오염 물질의 분해 제거·살균·탈취가 가능하기 때문이다. 특히 오존은 산화력이 염소의 7배 정도로 강하여 사균, 탈색, 탈취 능력이 우수할 뿐만 아니라 반감기가 30분 정도로 매우 짧아 특성이 오래 잔류하지 않으며, 공기나 산소를 이용하여 비교적 용이하게 생성시킬 수 있다는 장점이 있어 그 이용도가 증가하고 있다.⁵

오존은 VOC와 같은 유해 가스 분해⁶에 관한 연구와 페놀류 화합물의 제거⁷에 있어서도 탁월하다는 것이 여러 연구 보고서를 통해 증명되고 있다.

⁴ 이형호외, '수질오염 방지용 고효율 오존발행시스템 패키지 기술 개발' 한국전기연구원, 과학기술부, 17P, 2001.

⁵ 정봉우외, 'Lamp형 오존 발생기에서 발생하는 자외선과 오존을 이용한 돈사 내의 살균과 탈취' 2000 P185 전북대학교 공업기술연구소 공학연원

⁶ 황규철, 홍성황, '광촉매반응 시스템에서 오존을 이용한VOC 및 악취 제거에 관한 연구' 경기대학교, Vol.14, No.5 pp671~679

⁷ 고만석, 이완진, '오존산화공정에 의한 페놀류 화합물의 제거' 전남대학교, applied chemistry Vol.3, No.1, 1999, pp261

1.2 자외선

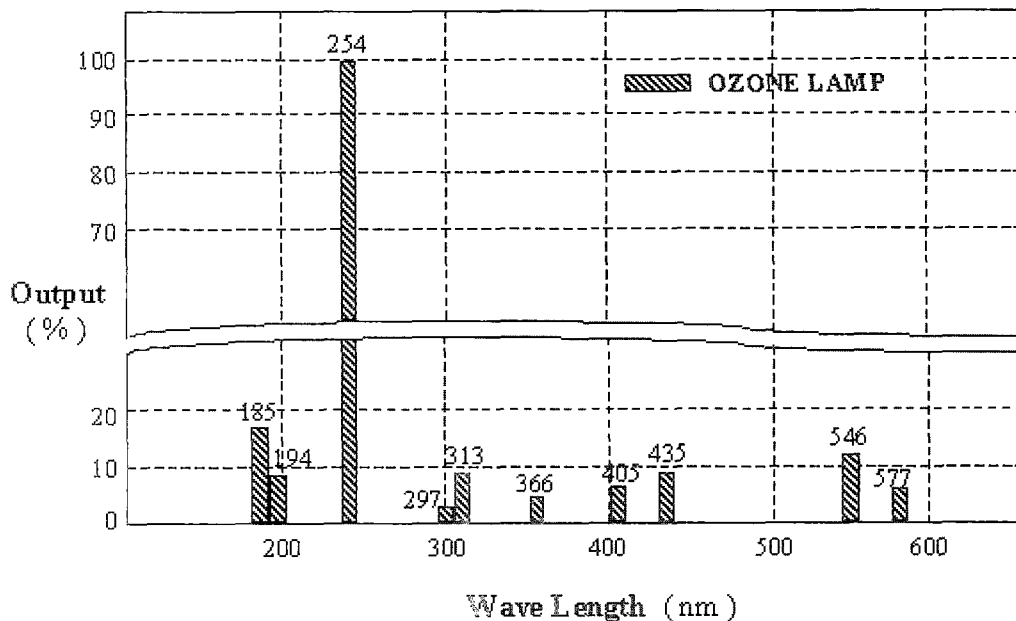
자외선(UV Light)은 가시광선의 파장(400nm)보다는 짧고 X선(100nm)보다는 긴 파장을 가진 전자 방사선을 말하는 것으로서 파장대별로 자외선은 아래와 같이 분류된다.

구분	파장
극초단파 /전파	1mm 이상
적외선(赤外線)	760nm~1000 μ m
가시(可視)광선	400nm~760nm
자외선(紫外線)	
자외선 A (UVA)	320nm~400nm
자외선 B (UVB)	290nm~320nm
자외선 C (UVC)	200nm~290nm
진공자외선(Vacuum UV)	10nm~200nm
X-선V	0.1nm~100Å

[표 3] 파장대별 자외선 구분

본 실험에 사용된 오투플러스의 오존 램프에서 발현되는 자외선 파장 영역은 아래와 같다. 실험에 사용된 오존 램프는 발현되는 파장이 오존을 발생시키는 184.9nm대 파장과 살균선으로 알려진 253.7nm대 파장이 주요하다.

[그림 3] 본 연구에 사용된 오존 램프의 자외선 파장 분포



2. 재료의 선정과 실험 방법의 고안

2.1 재료의 선정

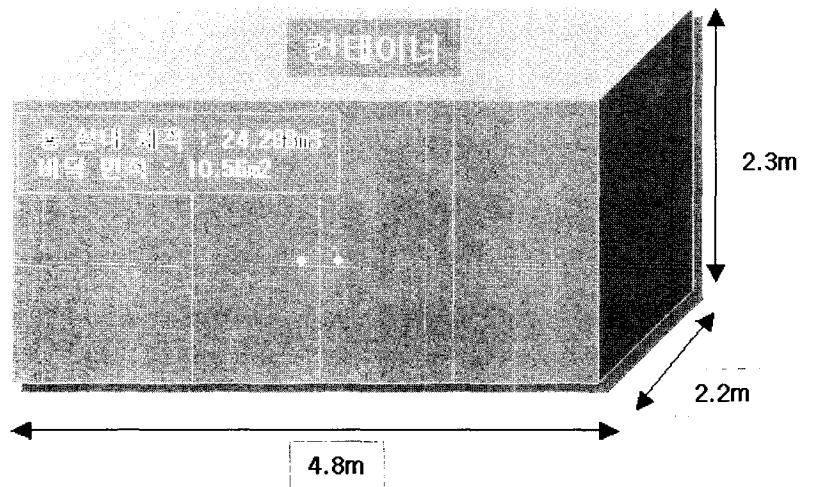
본 연구에서는 오존과 자외선을 이용하여 가정의 유해 환경을 형성하는 세균, 바이러스, 집먼지진드기의 박멸 조건을 찾고자 한다. 따라서 실험 재료는 세균의 특성을 갖춘 Lactobacillus를 사용하고, 바이러스 박멸 실험에서는 바이러스의 특성을 갖춘 bacteriophage를 사용한다. 집먼지진드기 제거 실험에서는 ㈜바이오니아 well being 사업팀 실험실에서 배양된 집먼지진드기의 우점종인 큰다리먼지진드기와 세로무늬진드기를 그 재료로 한다.

2.2 실험 방법의 고안

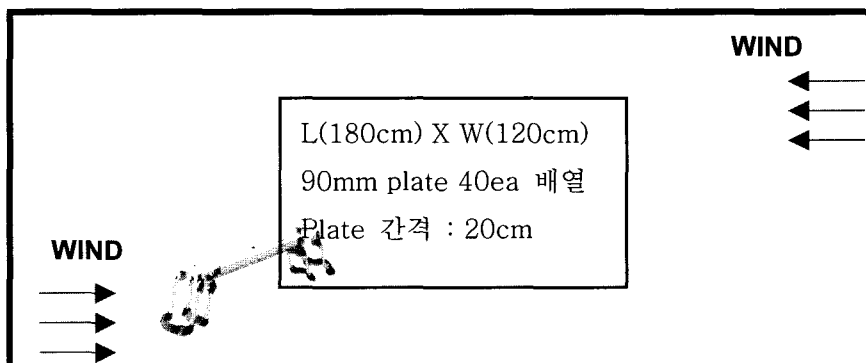
2.2.1 Lactobacillus 박멸 실험

- (1) 사용균주 : Lactobacillus 2 X 10⁶ & 2 X 10⁶
- (2) 오존 및 자외선 발생 장치 : 오투플러스
- (3) 실험장소 : 컨테이너(L(4.8m) X H(2.3m) X W(2.2m))실내 체적: 24.288m³, 바닥 면적 : 10.56m²

[그림 4] 실험 장소 및 내부 배치



[그림 5] 컨테이너 내부 배치도



(4) 실험 방법

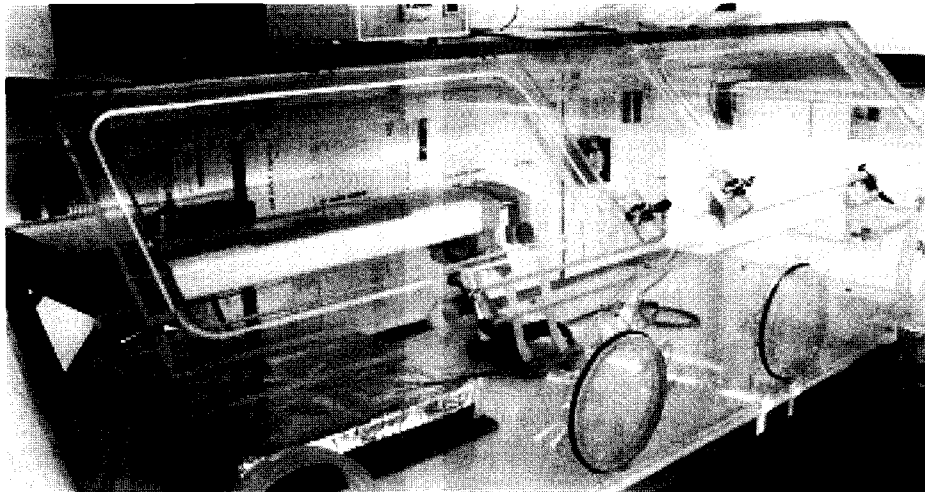
- 1) 실험 공간의 온도를 $36^{\circ}\text{C} \pm 2$ 가 되게 유지함. 선풍기를 이용하여 공기를 강제 순환
- 2) 온도가 유지가 되면 Lactobacillus 균주(2×10^5 & 2×10^6)가 포함된 현탁액을 스프레이건을 이용하여 실내에 골고루 분무시킨다.
- 3) 30분 건조 시킨 후 MRS agar plate를 20cm 간격으로 배열하여 실험 공간 내로 주입
- 4) 오투플러스를 60분간 작동시킨다.
- 5) 살균이 완료 되면 선풍기 및 히터를 모두 정지시키고 부유되었던 균체들이 바닥으로 가라앉을 때까지 1시간 이상 기다린다
- 6) 바닥의 MRS agar plate를 꺼내어 37°C 배양기에 넣고 24시간 이상 배양한다.
- 7) 배양 후 colony수를 확인 한다.

2.2.2 bacterio phage 박멸 실험

일반 세균 관련 실험과는 달리 바이러스를 다루기 위해 Glove box를 사용하여 외부로의 유출을 차단하였다.

- (1) 사용균주 : M13 mp18 Bacteriophage : 3×10^4 pfu/ml
Rhamda Gt11 Bacteriophage : 1.5×10^4 pfu/ml
- (2) 오존 및 자외선 발생 장치 : 오투플러스
- (3) 실험장소 : glove box(170cmX60cmX55cm)

[그림 6] 실험에 사용된 Glove box



(4) 실험방법

- 1) 분무기를 사용하여 각각의 Bacteriophage를 Φ 100mm Petridish에 골고루 분사한 다음 40°C dry oven에서 완전히 건조 시킨다.

- 2) 오투플러스를 작동시켜 30분, 60분, 120분, 240분, 360분 간격으로 오존에 노출시켜 살균 한다.
- 3) 42℃ incubator 에서 18시간 배양한다.
- 4) 생존 phage 를 확인 한다.

2.2.3 집먼지진드기 박멸 실험

집먼지진드기 박멸을 위한 실험은 오존과 자외선의 농도와 강도에 따른 집먼지진드기의 멸균 상황을 관찰하고 정량화하는데 그 목적이 있다. 따라서 실험군은 2가지 즉 오존에만 노출된 것과 자외선과 오존에 함께 노출된 것으로 나누어서 실험을 진행한다. 실험을 통해 집먼지진드기의 멸균과 자외선, 오존의 상관관계를 밝힌다.

- (1) 사용재료 : 배양 chamber에서 키워진 큰다리먼지진드기와 세로무늬진드기
- (2) 실험장소 : 매트리스 상단에 비닐 포장막으로 실험 공간 형성
- (3) 관찰 및 이미지 캡처 : Olympus MIC-D 현미경
- (4) 오존 측정기 : Portasens II (range 5~200ppm, 1~100ppm)
- (5) 오존 램프와 plate와의 거리 : 25cm
- (6) 실험 방법 :
 - 1) 실험은 3가지 type의 램프(램프 1개, 램프 2개, 램프 4개)를 점등할 수 있는 오투플러스를 침대 위에 설치하여 각각의 오존 농도 분포를 확인한다.
 - 2) 램프 1개를 점등한 오투플러스의 오존 농도가 균일하게 유지된 상태를 기준으로 집먼지진드기 30여 개체수가 든 100mm plate 2개중 1개는 자외선광 아래, 다른 하나는 자외선광이 직접 비추지 않는 곳에 배치한다.
 - 3) 60분과 120분이 되는 시간에 집먼지진드기의 변화를 관찰한다.
 - 4) 120분 이후에는 오존과 자외선이 없는 control plate와 함께 8시간을 방치한 후 변화를 관찰한다.
 - 5) 다음은 램프의 수가 2개일 때, 4개일 때도 같은 방식으로 집먼지진드기의 변화를 관찰한다.

III 결과 및 고찰

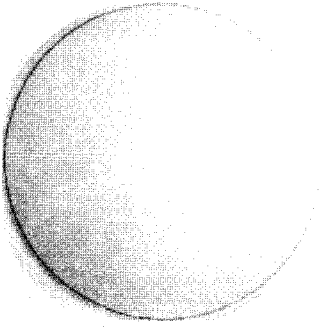

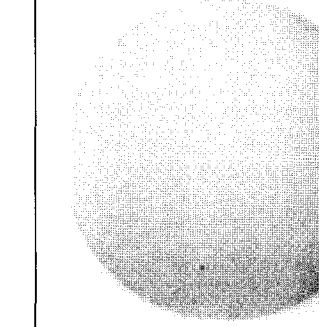
1 Lactobacillus 박멸 실험

1.1 실험 결과

	Control	오투플러스	
		1차실험	2차 실험
살균기 가동 전 실내 오존 농도(ppm)	0	0	0
살균기 1시간 가동 후 실내 오존 농도(ppm)	0	4.4	4.4
실내에 살포한 균체수(1plate 당)	2×10^6	2×10^5	2×10^6
살균 후 생존한 균체수(1plate 당)	-	0.425	10~30
사멸율(%)	0	99.9999	99.9999

[표 4] 오존을 이용한 Lactobacillus의 멸균 실험 data table

[그림 7] 오존을 이용한 Lactobacillus의 멸균 실험 plate image

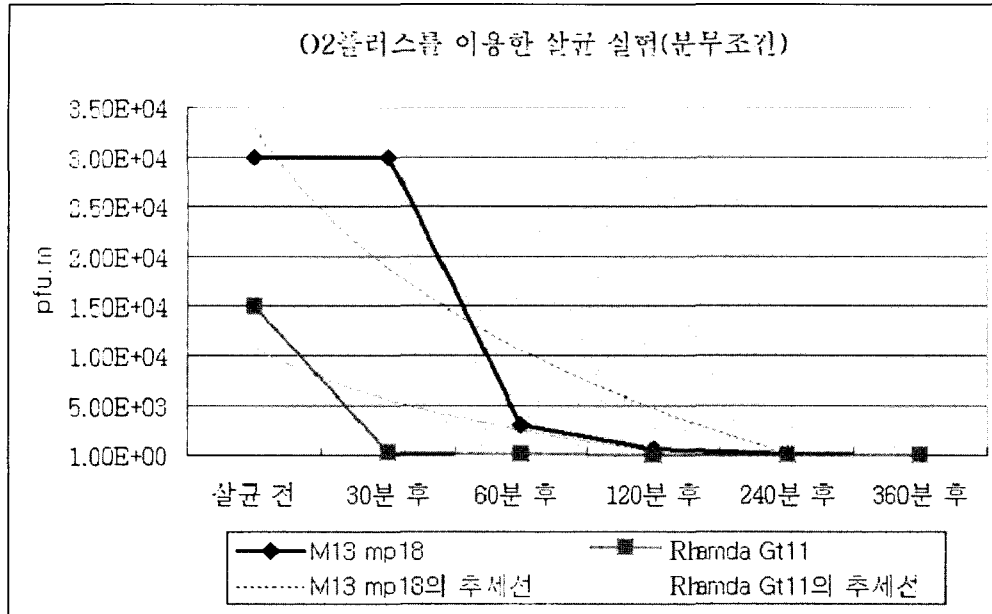
Control	1차실험	2차 실험
		
2×10^6	0.425	10~30

실험의 결과로서 건조되어 미세한 분진으로 공기 중에 부유하는 균체의 경우는 오존으로 살균이 가능한 것으로 확인되었다. 오투플러스의 경우는 많은 양의 오존이 발생되므로 보다 넓은 공간에서 사용이 가능할 것으로 여겨진다. 부가 실험을 통해 오존 0.5ppm 에서도 부유 세균은 쉽게 멸균이 진행됨을 확인할 수 있었다.

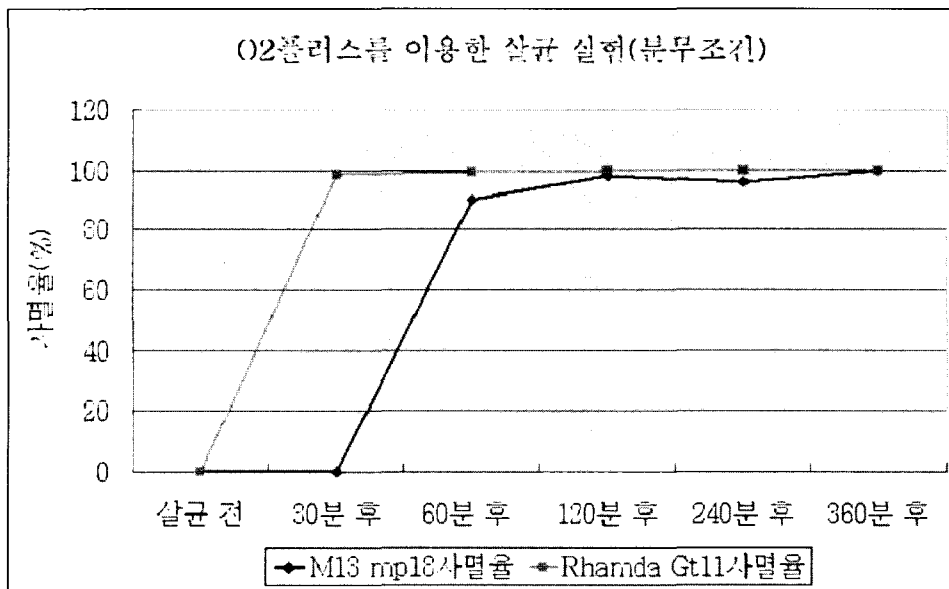
2. bacterio phage 박멸 실험

2.1 실험 결과

[그림 8] 살균 과정에서 시간 경과에 따른 균체수



[그림 9] 살균 과정에서 시간 경과에 따른 균체 사멸율



	살균 전	30분 후	60분 후	120분 후	240분 후	360분 후
M13 mp18	3.00E+04	3.00E+04	3.00E+03	550	120	0
Rhamda Gt11	1.50E+04	220	120	6	0.00E+00	0.00E+00

[표 5] 살균 시간 경과에 따른 균체수

이상의 실험으로 오존을 이용하여 바이러스 멸균이 가능하다는 것을 확인하였다. 실험에서는 100% 멸균하는데 총 4시간 정도 소요되었다. 그러나 현재 실험 조건이 petridish에 붙어서 건조된 바이러스균이라고 볼 수 있는 상태에서 살균시간이 4시간이므로 공기 중에서 부유하는 바이러스의 경우 한 개의 바이러스 개체로 부유하기 때문에 4시간의 살균 시간이 아니라 훨씬 짧은 시간에 사멸시킬 수 있을 것으로 추측된다.

3. 집먼지진드기 박멸 실험

3.1 실험 결과

3.1.1 실험공간 내의 오존 농도 측정

램프 수에 따른 실험 공간 내 오존 농도를 측정하고, 오존 발생과 분해가 평형이 되는 시점에서 실험을 진행한다.

시간(분)		0	10	20	30	40	50	60
실험 유형 (농도ppm)	A(램프1개)	0	21	35	42.5	47	48	47.5
	B(램프2개)	0	40	67	83	92	95	94
	C(램프4개)	0	83	138	160	175	176	178

[표 6] 실험공간 내에서의 시간에 따른 오존 농도

실험 유형 A는 오투플러스에 오존 램프를 1개 설치함으로써 오존의 농도와 자외선 강도를 낮추었다.

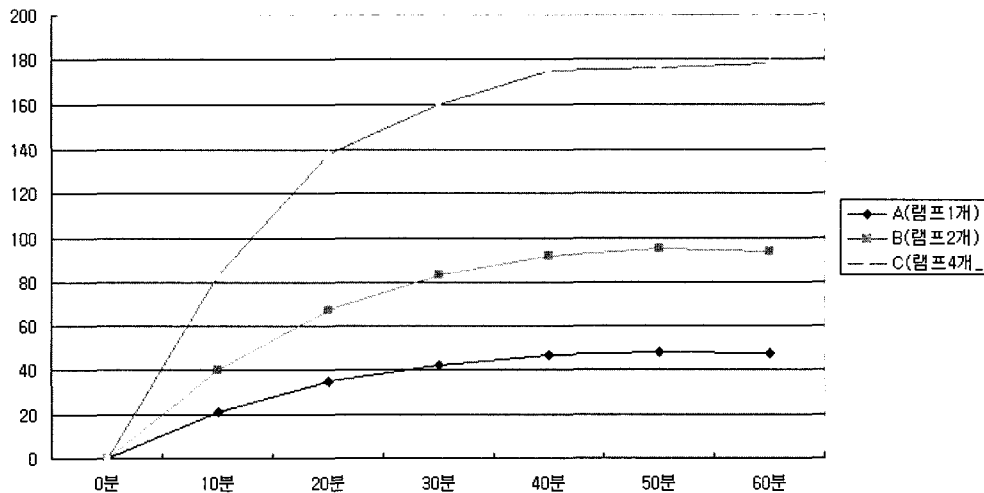
실험 유형 B는 오투플러스에 오존 램프를 2개 설치함으로써 오존의 농도와 자외선 강도를 높였다.

실험 유형 C는 오투플러스에 오존 램프를 4개 설치함으로써 오존의 농도와 자외선 강도를 실험 유형 B보다도 2배 높였다.

시간에 따른 오존 농도에서 보이듯 일정 공간 내에서 오존의 공급과 분해가 평형을 이루는 현상을 보이지 않고 램프 1개의 오존 발현 용량의 산술적합과 거의 동일한 결과를 보이고 있다. 약 30분까지는 급격한 오존 농도 증가를 보이다가 30~60분 사이에 완만한 증가세로 변화하여 60분 이후부터 거의 일정한 오존 농도를 유지하였다.

이렇게 오존 농도의 차이와 자외선 강도의 차이를 발생시킴으로써, 집먼지진드기 제거에 미치는 영향을 알 수 있을 것으로 기대한다.

[그림 10] 실험공간 내에서의 시간에 따른 오존 농도 그래프



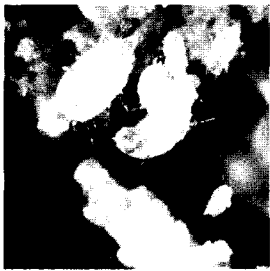
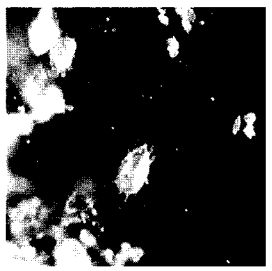

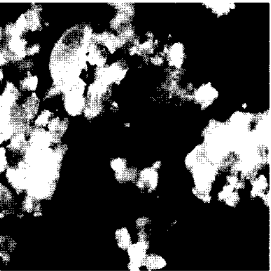

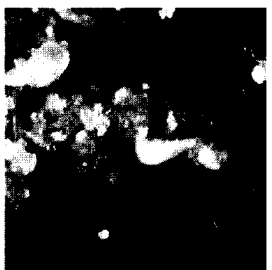
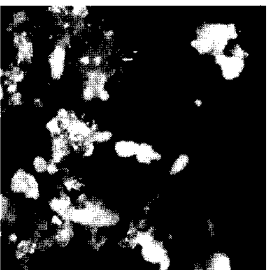

3.1.2 오존과 자외선에 노출된 집먼지진드기 박멸 실험

	Control	오투플러스					
		램프1		램프2		램프4	
오존 농도(ppm)	0	48		94		178	
실험중 오존 농도 조건 지속 시간(분)	-	60	120	60	120	60	120
실험전 집먼지진드기 수 (1plate 당)	30마리 이상						
실험후 생존한 집먼지진 드기 수 (1plate 당)	30마리 이상	20	8	12	2	5	0
사멸율(%)	0	33%	40%	60%	93%	83%	100%
실험 후 8시간 경과 후 사멸율	0	57%	97%	100%	100%	100%	100%
비고	개체 변 화 없음	활동성 이 떨어 진 것을 약간 느낌	활동성 이 급 격히 떨어져 있음	움직임 이 있 지만 활동성 극히 약함	같은 자리에 서 움 직이는 정도	같은 자리에 서 움 직이는 정도	운동성 을 갖 는 개 체 전 혀 없 음

[표 7]오존과 자외선을 이용한 집먼지진드기 제거 실험

오존과 자외선에 노출된 집먼지진드기는 오존농도 178ppm에서 120분 이내에 완전 제거 되었다. 또한 오존 농도 94ppm 이상에서 60분 동안 오존과 자외선에 damage를 받은 집먼 지진드기는 실험 종료 후 8시간 이내에 100% 제거됨을 확인하였다.

[그림 11] 오존과 자외선을 이용한 집먼지진드기 제거 실험 plate image

Control	A(램프1개 사용)	B(램프2개사용)	C(램프4개사용)
오존/자외선 노출시간	60분		
			
30개체 이상	20개체 생존	12개체 생존	5개체 생존
오존/자외선 노출시간	120분		
			
30개체 이상	8개체 내외	2개체 이내	생존 개체 발견 안됨

구 분	A(램프1개 사용)		B(램프2개사용)		C(램프4개사용)	
오존 농도(ppm)	48		94		178	
오존노출시간(분)	60	120	60	120	60	120
실험종료 후 경과시간	8시간					
생존 개체수	13개체	1개체	0개체	0개체	0개체	0개체
사멸율(%)	57	97	100	100	100	100

[표 8] 오존과 자외선을 이용한 집먼지진드기 제거 실험 종료 후 8시간 경과

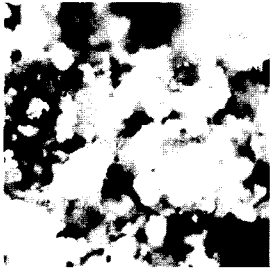
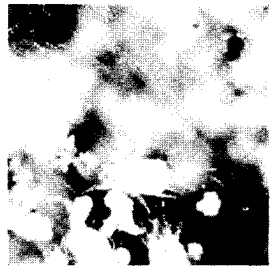
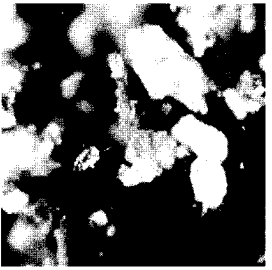
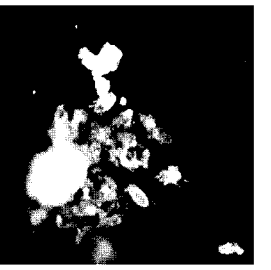

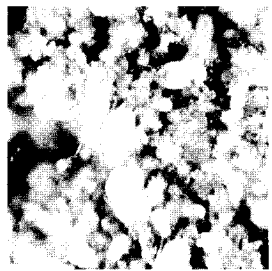
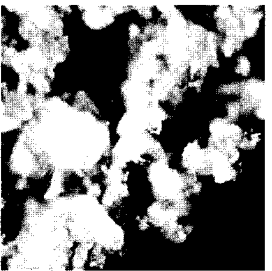
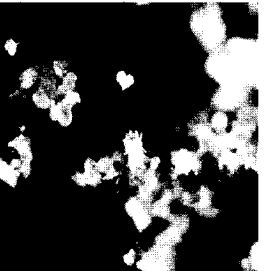
3.1.3 오존에만 노출된 집먼지진드기 박멸 실험

	Control	오투플러스					
		램프1		램프2		램프4	
오존 농도(ppm)	0	48		94		178	
실험중 오존 농도 지속 시간(분)	-	60	120	60	120	60	120
실험전 집먼지진드기 수 (1plate 당)	30개체 이상						
실험후 생존한 집먼지진드기 수 (1plate 당)	30개체 이상	25	18	15	5	12	4
사멸율(%)	0	16%	40%	50%	83%	60%	86%
실험 후 8시간 경과 후 사멸율	0	50%	90%	100%	100%	100%	100%
비고	개체 변화 없음	활동성이 떨어진 것을 잘 못 느낌	활동성이 급격히 떨어져 있음	움직임이 나타나지만 활동성 약함	같은 자리에 서 움직이는 정도	같은 자리에 서 움직이는 정도	운동성을 갖는 개체 거의 없음

[표 9]오존만을 이용한 집먼지진드기 제거 실험

오존에만 노출된 집먼지진드기는 94ppm 이상의 오존농도에서는 실험 중에 제거되는 수가 적기는 했으나 실험이 종료되고 8시간이 경과된 이후에는 집먼지진드기가 100% 제거되었다. 이러한 사실은 오존만으로도 집먼지진드기 박멸이 충분히 가능하다는 결론을 얻게 한다. 그러나 자외선이 부가적으로 집먼지진드기에 조사되었을 때, 짧은 시간에 더 효과적으로 제거 된다는 점을 알 수 있었다.

[그림 12] 오존만을 이용한 집먼지진드기 제거 실험 plate image

Control	A(램프1개 사용)	B(램프2개사용)	C(램프4개사용)
오존/자외선 노출시간	60분		
			
30개체 이상	25개체 생존	15개체 생존	12개체 생존
오존/자외선 노출시간	120분		
			
30개체	8개체 내외	5개체 이내	4개체 이내

구 분	A(램프1개 사용)		B(램프2개사용)		C(램프4개사용)	
오존 농도(ppm)	48		94		178	
오존노출시간(분)	60	120	60	120	60	120
실험종료 후 경과시간	8시간					
생존 개체수	15개체	3개체	1개체	0개체	0개체	0개체
사멸율(%)	50	90	97	100	100	100

[표 10] 오존만을 이용한 집먼지진드기 제거 실험 종료 후 8시간

이상의 집먼지진드기 제거 실험을 통해 집먼지진드기를 박멸하기 위해서는 적절한 오존 농도(94ppm) 상태에서 120분 정도의 노출 시간을 가져간다면 100% 박멸이 가능하다는 결론을 얻었다. 그리고 자외선을 동반한 멸균 방식이 보다 효과적임도 실험을 통해 증명되었다.

4. 오존과 자외선을 사용한 멸균기의 응용

오존과 자외선은 지금까지 산업 활동 방면에서 대부분 활용되었다. 그러나 현재는 가정이나 개인 업소에서 멸균·탈취·집먼지진드기 제거를 목적으로 그 이용범위가 확대되고 있는 상황이다. 대개의 경우 낮은 농도의 오존을 이용 탈취와 멸균에 활용하고 있지만, 높은 농도의 오존을 이용하여 멸균과 탈취, 집먼지진드기 제거에 이용하는 경우도 있어, 사용자는 각별한 주의를 통해 안전하게 이용하는 것이 무엇보다도 중요하다고 하겠다.

[그림 13] 오뚜플러스를 이용한 가정의 유해 세균 제거 및 집먼지진드기 제거 예

<p>놀이방의 침대 및 놀이 기구 멸균</p>	<p>놀이방의 유아 장난감 멸균</p>
<p>가정의 매트리스 멸균</p>	<p>가정의 매트리스 멸균</p>
<p>Open 공간에서 유해 세균 및 VOC 제거</p>	<p>애완견 잠자리 멸균</p>

IV 결론(Conclusion)

오존을 이용한 각종 세균 및 바이러스에 대한 멸균의 유효성은 여러 실험 자료를 통해 보고 되고 있다. 그러나 본 연구에서는 실제 가정에서의 실효성 있는 결과를 얻기 위한 기준을 설정하는데 그 목적을 두고 진행 되었다. 결과적으로 일반 가정의 유해 환경을 제거하는데 있어 오존을 이용하는 방법이 그 대안이 될 수 있음을 확인하였다. 오존의 농도가 4.4ppm 내외에서도 일반 세균의 경우, 99.9%의 제거율을 나타냈다는 사실을 바탕으로 일반 가정에서 주의를 가지고 오존과 자외선을 이용한 멸균이 정기적으로 이루어진다면 유해 세균과 바이러스로부터 가정은 자유로워질 것으로 보인다.

그리고 주거 환경 내 집먼지진드기 제거를 위해서 필요한 오존의 농도를 확인하였으며, 자외선이 집먼지진드기 제거에 효과가 있음도 실험을 통해 확인되었다. 집먼지진드기는 94ppm의 오존 농도와 60분 이상의 자외선의 집중 조사를 통해 제거된다. 자외선이 동반되지 않은 채 오존만으로 제거하기 위해서는 94ppm의 오존 농도에서 120분 이상 노출이 이루어져야겠다. 따라서 일반 가정에서 오존과 자외선을 이용해 집먼지진드기를 제거하는 경우, 오존과 자외선에 대한 정확한 지식과 주의가 요구된다고 하겠다.

이상에서 살펴본 바와 같이 오존과 자외선은 각종 유해세균과 집먼지진드기 제거에 있어 유용한 도구로서 사용될 수 있다. 그리고 이를 통해 가정의 유해 환경이 개선될 수 있을 것이다. 그러나 그 이용에 있어서는 오존과 자외선에 대한 정확한 이해와 위험성에 대한 인식을 바탕으로 이루어져야겠다.

참고문헌(References)

고만석, 이완진, '오존산화공정에 의한 페놀류 화합물의 제거' applied chemistry Vol3, No1, 1999, PP261

이형호외, '수질오염 방지용 고효율 오존발행시스템 패키지 기술 개발' 한국전기연구원, 과학기술부, 17P, 2001.

브리테니커 세계 대백과사전 12권, 브리테니커,동아일보, 1993

브리테니커 세계 대백과사전 8권, 브리테니커,동아일보, 1993

정봉우외, 'Lamp형 오존 발생기에서 발생하는 자외선과 오존을 이용한 돈사 내의 살균과 탈취' 2000 P185 전북대학교 공업기술연구소 공학연완

황규철, 홍성황, '광촉매반응 시스템에서 오존을 이용한VOC 및 악취 제거에 관한 연구'

김영훈외, '경상남도내 집먼지 진드기의 지역적 분포 조사연구', 경상남도보건환경연구원보. 제7권, p.9-30, 2002