

銀 이온의 抗菌作用에 關한 研究

Studies on the sterilizing effect of the silver Ion.

金 德 默*
Kim, Duk Mook

Abstract

The physical and chemical characteristics of bacteriostatic water filter media are compared to granular activated carbon upon which a silver impregnated.

Silver Ion that has been chemically impregnated the activated carbon was the bactericidal agent in water filter media. Also, silver Ion that has been chemically impregnated onto the activated acetate resin was the bactericidal agent in ultrasonic humidifier.

Silver impregnated active carbon and silver cartridge will be able to the bactericidal agents for statical water.

1. 서 론

은 이온의 항균작용에 대하여는 오래 전부터 전래되어 왔으나, 1893년 스위스의 Carl Nageli¹⁾에 의하여 은 이온의 Oligodynamic effect가 발표된 이후 미량의 은 이온이 물 중에서 박테리아의 번식을 억제할 수 있음을 알게 되었다. 그 후 1940년 경에 소련이나 미국에서 그에 대한 연구가 계속 진행되었으나, 염소 소독방법이 비교적 저렴한 가격으로 발전되어 왔으므로 이용방법이 크게 확산되지 못하였다.

1950년경 미국의 Johns Hopkins 대학에서 물 정제시에 은 이온을 활성탄소에 접촉하여 이용하는 방법을 확립함으로써 미 해군 및 공군에서 이를 실용화하였으며 미국의 Shell 석유회사 및

기타 회사들에서 선박의 물정수 및 저장에 은 이온을 이용하게 되었다.²⁾

한편으로는 수영장에서 은 활성탄소의 정수 장치가 등장하게 됨으로서 염소 소독에 비하여 머리카락의 탈색 염려나 피부나 눈병 등의 부작용 없이 깨끗한 물을 이용할 수 있게 되었다.³⁾

1960년경부터 은 활성탄소는 음료수의 정제에 이용되기 시작하여^{4,5)} 1974년 미국에서는 EPA의 승인을 얻어 은 활성탄소의 이용을 확대하여 정수처리된 물 중에 은 함량을 50ppb 이상 넘지 않게 규정하고 이 방법을 널리 공포함으로써 여과시의 여과제내에서의 박테리아의 번식을 억제하고 냄새, 색 등을 없애며 유리염소나 세제 및 암의 일부 원인이 된다고 하는 Trihalomethane과 같은 특수 유기물들을 유리한 조건으로 완전 제거할 수 있게 되었으며^{6,7,8)} 국

* 化工技術士(無機藥品), 檀國大學校 教授, 理學博士

내에서도 일부 정수기에 이미 오래 전부터 미국 등지에서 수입하여 이용하게 되었고 여의도의 63 빌딩 등 대규모의 물처리 과정에서도 은 활성탄소를 활용하였으며 국내에서는 얼마 전부터 동창화학공업사에서 생산제품을 시판하고 있으므로 은 활성탄소의 수요가 더욱 확대·발전되어 나갈 것으로 기대된다.

최근에는 의학적인 면으로 화상 환자에 은 이온을 이용함으로써 화상 상처에서의 급성장하는 박테리아를 억제할 수 있었고⁹⁾ 신생아의 눈에 한 방울의 은 이온을 떨어뜨려 선천성 임질 등에 의한 실명을 방지할 수 있었으며 화장수에 약 30ppb의 은 이온을 함유한 물을 이용함으로써 피부의 박테리아 번식을 막을 수 있는 연구도 진행되고 있다.¹⁰⁾

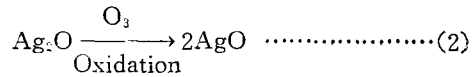
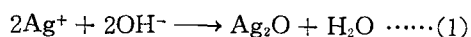
본 실험에서는¹¹⁾ 가습기 내에서의 세균번식을 억제하기 위하여 몇가지 실험을 실시한 결과 깨끗한 가습을 유지할 수 있게 되었고 자동판매기 및 우유병과 정수기 내에서의 정수시에 크게 문제가 되고 있던 세균 번식을 방지할 수도 있으며 Bottled water에서의 세균 번식 문제와 정제되어 있는 물과 일부 신문지상에서 문제되었던 Olympic 공원내의 Pool내에서 자생하는 세균번식의 처리방안도 실험해 볼 문제이다.

본 실험에서는 특히 정수기 및 가습기의 항균 실험을 위하여 은 활성탄소와 은 카아트리지에 직접 만들어 항균작용 실험을 실시한 결과를 검토해 보겠다.

2. 실험방법

1) 은 활성탄소의 제조

일정량의 입상 활성탄소에 은이온을 흡착시키고 부유된 상태의 알칼리성 용액내에서 약 1시간 동안 오존(1g/h)을 통과시켜 은 이온을 적당히 산화시킨 후 여과하고 수세하여 회석된 메탄올 용액으로 처리한 다음 적당한 온도로 가열함으로써 은이온의 용출량을 40 ppb 정도로 일정하게 조절하였다. 이때 미반응의 은 화합물을 증류수로 충분히 씻어내고 아세톤으로 씻은 후 건조하였다.^{12,13)}



2) 은-카아트리지의 제조

일정한 형태의 Porous Acetate 수지에 은 이온을 흡착시키고 부유된 상태의 알칼리성 용액 내에서 약 1시간 동안 오존(1g/h)을 통과시켜 은 이온을 적당히 산화시킨 후 분리하고 수세하여 공기 압력하에서 적당한 온도로 가열하여 은 이온의 용출량 및 성형물의 기공율을 조절하였다. 이때 미반응의 은 화합물을 충분히 분리해내고 회석된 메탄올로 표면을 처리하여 은 용출량을 일정하게 고정시킨 후 탈수·분리하여 아세톤으로 한번 씻어내고 건조하였다.^{14,15,16)}

3) 은 활성탄소의 항균실험

23×30 mm 실험실용 유리관 두 개를 취하여 A 유리관에는 일반용 입상 활성탄소를, B 유리관에는 은 활성탄소를 50g씩 각각 가하고 상온에서 시료 물을 300 ml/min 속도로 약 3시간 통과시킨 다음 물을 정지한 상태에서 24시간 정지한 후 반복하여 같은 방법으로 계속하여 20일간 물을 통과시키고 일정한 시간마다 활성탄소 층 및 통과한 후의 물을 시료로 하여 일반성분 및 세균 번식을 비교·분석하였다.^{17,18)}

4) 은 카아트리지에 의한 가습기내의 항균실험

시판용 초음파 가습기 2대를 준비하여 A 가습기에는 통상적인 방법으로, B 가습기에는 은 카아트리지를 물이 유출되는 Hole 주위에 설치하고 시료 물을 채운 후 상온에서 같은 조건으로 하루에 4시간씩 매일 소모되는 물을 보충하고 때때로 가습기 통을 흔들어 주면서 20일간 연속적으로 가습을 진행시키는 동안 일정한 시간마다 가습기내의 물과 가습되는 수증기를 받아서 응축된 시료로 하여 세균 번식율을 실험하였다.¹⁷⁾

3. 결과 및 고찰

1) 제조된 은 활성탄소의 분석

입상 활성탄소의 입도 및 흡착력에 따라 다소

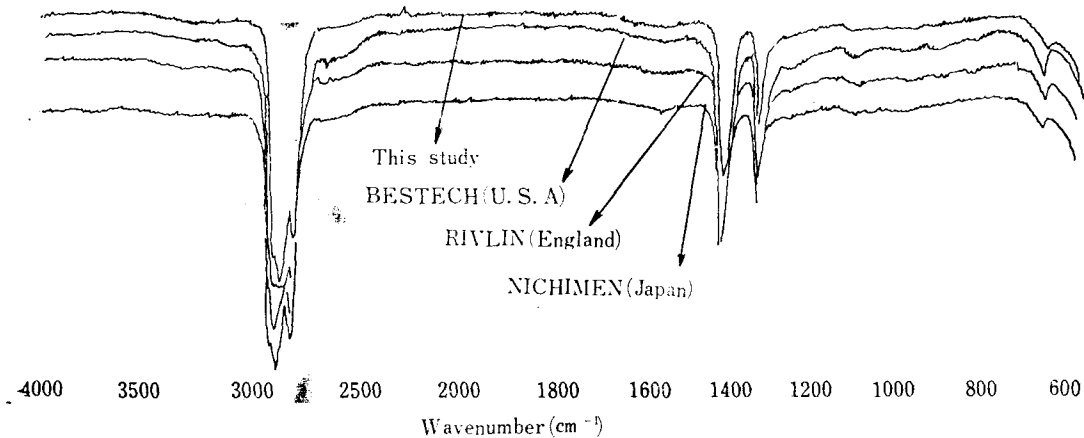


Fig. 1. IR-Spectrum of Silver impregnated active carbon.

차이는 있으나, 일반적으로 사용되는 12-30 메슈의 입상 활성탄소에 은 이온을 흡착시켜 시료로 이용된 은 활성탄소의 분석결과는 다음과 같다.

Table 1. Analytical results of Silver impregnated active carbon.

Bulk density (g/l)	505
Ash content (%)	5.1
Surface area (m ² /g)	980~1,000
Hardness (ASTM)(%)	92
Iodine adsorption (mg/g)	900~1,000
Ignition temperature (°C)	460
Total silver (%)	0.10~0.15
pH	7.5~9.0
Solubility of Ag ⁺ (ppb)	40

〈표 1〉에서 보는 바와 같이 은 활성탄소의 물리적인 성질은 시판되는 입상 활성탄소와 거의 비슷하나, 화학적인 성질로서 은 함량이 0.1% 정도이며 은 이온의 용해도는 40 ppb 정도로서 US-EPA 나 AWWA 의 기준치 50 ppb 이하를 계속 유지할 수 있었다.

본 실험에서 제조된 은 활성탄소의 IR-Spectrum

은 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 Ag₂O의 SADTLER IR-Spectrum Standard Peak 와 일부 AgO의 Peak 를 확인하여 반응식 1)과 2)의 반응과정을 확인할 수 있었으며 몇가지 외국 시료와 비교하여 거의 동일함을 보여 주었다.

은 활성탄소를 통과시킨 물의 일반적인 성분과 세균 번식율은 〈표 2〉에서 볼 수 있는 바와 같이 A, B 유리관 모두가 활성탄소층을 통과한 물에서의 일반적인 몇가지 성분은 비슷하나, 다만 B 유리관에서는 Ag⁺이온이 40 ppb 정도 용출하였고 〈표 3〉에서 보면 세균 수를 비교한 결과 B 유리관에서는 변화가 거의 없는데 비하여 시간이 증가함에 따라 A 유리관에서는 활성탄소층이나 통과된 물에서 모두 같이 급격히 증가하여 20 일 후에는 수만 개에 달하였다. 여기서 통과하는 물의 성질이나 유속에 따라 다소 차이가 있을 때도 있었다.

가습기내의 은 카아트리지의 세균 번식 억제 효과는 〈표 4〉에서 볼 수 있는 바와 같이 가습기 내에서도 가습되는 수증기 내에서도 은 카아트리지를 설치한 B 가습기에서는 초기의 세균수와 거의 변동이 없이 일정하였으나 A 가습기에서는 5일, 10일이 지나면서 세균 수가 월등

Table 2. Analytical results of elution test with active carbon.

	Hardness	pH	CL ⁻	SO ₄ ⁻²	Fe	Total solid	Ag ⁺
Column A (mg/l)	56	7.2	5.1	1.80	0.02	8.53	—
Column B (mg/l)	57	8.1	5.0	1.80	0.02	9.25	40 ppb

히 증가하였고 20일 정도에서는 60,000개로 급격히 증가함을 볼 수 있었다. 그러나 여기서 가습에 따라 보충되는 물의 성질이나 양에 따라 다소 차이는 있을 수 있을 것으로 생각된다.

4. 결 론

1) 은 활성탄소는 정수기 내에서 활성탄소층의 세균번식을 억제할 수 있고 여과된 물에서도 세균번식을 억제할 수 있음을 확인할 수 있었다.

2) 가습기내에 은 카아트리지를 설치할 경우

Table 3. Analytical results of sterilizing test with active carbon.

	Day of treatments				
	Start	1	5	10	20
Column A (germ count per ml)	1) 5	80	6,000	15,000	25,000
	2) 5	90	8,000	20,000	40,000
Column B (germ count per ml)	1) 5	5	5	5	5
	2) 5	5	5	5	5

* 1) treated water
2) carbon media

Table 4. Analytical results of sterilizing test with Silver cartridge.

	Day of treatment				
	Start	1	5	10	20
Humidifier A (germ count per ml)	1) 5	80	8,000	20,000	60,000
	2) 5	70	7,500	19,000	60,000
Humidifier B (germ count per ml)	1) 5	5	5	5	5
	2) 5	5	5	5	5

* 1) water in Humidifier
2) vapor of Humidifier

에 가습하는 동안 가습기 통내의 물 및 가습되는 증기내의 세균 번식을 장시간 억제할 수 있

었다.

3) 은 활성탄소 및 은 카아트리지를 이용하면 일반적으로 정제되어 있는 물에서의 세균 번식도 억제할 수 있을 것으로 기대된다.

4) 은 활성탄소 및 은 카아트리지의 항균 능력은 수도수의 유리 염소 함량의 차이나 지하수와 같은 물의 종류에 따라 현저한 차이가 있을 수 있다.

References

- 1) Carl Nageli, *Denkschriften der Schweiz Naturforsch. Ges.*, 33 (1893) 1
- 2) John D. Collins, *Ionica Incorporated Catalogue*, 1986.
- 3) Kalman Richter, *Australian Pat.* 543589 (1985)
- 4) U.S. Pat. 3035968 (1962)
- 5) U.S. Pat. 3184376 (1965)
- 6) William E. Giles et al, *European Pat. Application* 150559 (1985)
- 7) Kenji Shimazaki, *European Pat. Application* 149187 (1985)
- 8) "New Silver Technology" The Silver Institute, No. BM 271, Washington D.C, 1985.
- 9) *ibid.*, BM 250
- 10) *ibid.*, BM 267
- 11) Duk Mook Kim, *Korean Pat. pending* No. 86-9861
- 12) Duk Mook Kim, *Korean Pat. No.*, 9421(1981)
- 13) Duk Mook Kim, *Korean Pat. No.*, 23465 (1987)
- 14) Duk Mook Kim, *Progress in Batteries & Solar Cells*, 5, 114 (1984)
- 15) Duk Mook Kim, *J. Korean Chem. Soc.*, 29, 158 (1985)
- 16) Duk Mook Kim, *Dankook Uni. Fac. Res. Paper*, 13, 455 (1979)
- 17) K.S.M. 0111, KSM 0101.
- 18) M.C. Rand et al, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" American Public Health Association, Washington, 1976.