

## [이산화염소]

### 물리·화학적 특성<sup>1)2)3)4)</sup>

이산화염소는 액체 상태에서 닭의 소독제로 사용하면 문제가 없지만, 기체 상태로 흡입하면 기도에 자극을 주는 등 독성이 있어 세계보건기구(WHO)에서 흡입독성을 경고하고 있는 화학물질이다.

물질명	국문 : 이산화염소 영문 : Chlorine dioxide
관리정보	CAS 번호 :10049-04-4
성상	상온에서 염소 또는 오존과 비슷한 냄새를 가진 적황색 기체
분자식	ClO <sub>2</sub>
분자량	67.45 g/mol
끓는점	11℃
녹는점	-59℃
용해도	8 g/L (at 20℃)
비중	1.23 (15℃)
밀도	1.10 g/cm <sup>3</sup> (20℃)
증기압	> 1 atm
pH	3

### 독성정보<sup>1)2)3)4)5)6)</sup>

독성	종 (species)	결과
급성 경구독성	Rat	LD50 = 93.86mg/kg
급성 흡입독성	Rat	LD50 = 89.6 mg/L/4hr
만성 흡입독성	Rat	DNEL = 0.304 mg/m <sup>3</sup>
급성 경피독성	-	-

### 인체 영향<sup>2)3)4)5)</sup>

흡입 노출	취를 이용한 실험에서 0~2.5ppm의 이산화염소에 30일 동안 노출된 쥐는 폐포강내 림프세포 침윤, 폐포내 혈관 울혈 및 출혈, 미란성 표피, 기관지 염증성 침윤을 보였다.
만성 영향	[경구 섭취에 의한 건강영향] 12주 동안 지원자들을 대상으로 이산화염소와 그 부산물인 염소산염을 이용해 소독한 물, 염소, 클로로아민을 이용해 소독한 물, 소독하지 않은 물을 섭취하게 하여 비교하였다. 12주 동안 이산화염소와 그 부산물을 만성투여 하더라도 임상적으로 유의한 생리학적 영향은 없었다. ClO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> 및 ClO <sub>2</sub> <sup>3-</sup> 를 사용하여 소독한 물을 섭취하도록 쥐, 생쥐 닭을 이용하여 실험하였을 때, 최대 1000mg/L의 높은 용량을 투여한 쥐에서 경미한 용혈성 빈혈이 나타났다. 혈액학적으로는 글루타치온의 용량관련 감소가 나타났다. 이 결과 위장 점막의 변화와 여러 장기의 DNA 합성 억제 가능성을 시사하며, 특히 고환에서의 DNA 합성 감소가 우려된다.
급성 영향	경구 또는 호흡기로 흡입 하였을 때 자극 증상을 일으킨다. 다량 흡입하였을 때는 호흡곤란을 일으킬 수 있다. 44분 동안 150ppm의 이산화염소에 노출된 기니피그가 사망하였다.
노출 경로별 사고사례	폐수처리 사업장 내에서 위험물 납품업체 직원이 염화 제1철(FeCl <sub>2</sub> ) 주입구를 차아염소산나트륨(NaClO) 주입구로 오인하여 잘못 연결하고 염화 제1철 탱크(사각 탱크, 5톤)에 차아염소산나트륨을 주입함으로써, 화학반응에 의해 염소와 이산화염소가 발생하여 2명이 중독되었다. 인쇄회로기판(PCB) 제조공장에서 납품업체 직원이 염산탱크 주입구를 염소산나트륨 주입구(Hose)로 오인하여 잘못 연결하여 염산탱크에 염소산나트륨을 주입함으로써 이상반응으로 인해 유독가스(이산화염소)가 발생, 인근사업장 근로자 72명이 중독. 근로자들은 마스크를 착용을 호소하였으며 3일내 모두 퇴원함

환경거동	<p>환경 잔류량 : 일부 도시 상수 처리 시스템에서 이산화염소가 사용된다.</p> <p>pH 12에서 5-10mg/L 범위의 이산화염소 농도에서는 용액 내 이산화염소의 분해 반감기가 20~180분이다.</p> <p>이산화염소는 반응성이 매우 높은 화합물이며 기체로 쉽게 용해된다.</p>
	<p>이산화염소는 공기 중에 급속히 분해되는 불안정한 기체다. 물에서 이산화염소는 강력한 산화제로, 유기 및 무기 화합물과 반응하는 이산화염소의 50~70%가 곧바로 염소산염(<math>\text{ClO}_2^-</math>) 및 염화물(<math>\text{Cl}^-</math>) 이온으로 분해된다. 이산화염소는 소독 부산물(DBP)로서 삼할로메탄을 형성하지 않는다. 그러나 이산화염소로 처리된 음용수에서 저염소 유기물, 염소산염, 염소산염 및 염소산염을 생성한다.</p>
<b>안전 가이드</b> <sup>1)2)6)</sup>	
응급 조치 요령	<p>[흡입] 이산화 염소를 흡입 한 경우 신선한 공기가 있는 곳으로 이동한다. 호흡 곤란이 심할 경우 부상자에게 산소호흡기를 공급하고 즉시 병원 치료를 받도록 한다.</p> <p>[피부 접촉] 즉시 비누와 물로 충분히 씻어 낸다. 자극이 발생하면 의학적 조언을 구한다. 재사용하기 전에 오염된 의복을 벗고 세탁하십시오.</p> <p>[눈에 들어갔을 때] 즉시 다량의 물로 눈꺼풀 아래를 최소 15분 동안 씻는다.</p> <p>[섭취] 입을 행구고 즉시 물 몇 잔을 마시되 환자가 완전히 의식이있는 경우에만 마셔야한다. 구토를 유도하지 않는다.</p>
취급 및 보관	<p>[취급] 흡입 및 피부 접촉을 피하십시오. 이산화염소 용액이 사용되는 작업장에서 필요한 환기를 확인하십시오. 증기 배출 지점에서 국소 배기 장치를 사용하십시오. 가스 마스크/가스필터를 사용할 수 있는지 확인하십시오. 비상 샤워 시설을 사용할 수 있는지 확인하십시오. 철, 구리 및 환원제와 같은 화학물질과 접촉을 피하십시오.</p> <p>[저장] 이산화염소는 폭발 해치가 장착된 환기 탱크에 가능한 최저 온도로 저장해야 합니다. 고온은 제품의 품질과 기능에 부정적인 영향을 미칩니다. 온도가 상승하면 가스가 기화되어 분해될 수 있습니다. 이산화염소 용액은 유기물질 및 환원제와 별도로 보관해야 합니다.</p>

[참고문헌]

1. TAYLOR, Jessilyn; WOHLERS, David; AMATA, Richard. Toxicological profile for chlorine dioxide and chlorite. 2004.
2. Haller JF, Northgraves WW. 1955. Chlorine dioxide and safety. TAPPI 38:199-202.
3. Aieta EM, Berg JD. 1986. A review of chlorine dioxide in drinking water treatment. J Am Water Works Assoc 78(6):62-72.
4. Aieta EM, Roberts PV. 1985. The chemistry of oxo-chlorine compounds relevant to chlorine dioxide generation. In: Jolley RL, Bull RJ, Davis WP, et al., eds. Water chlorination - Chemistry, environmental impact and health effects. Vol. 5. Williamsburg, VA: Lewis Publishers, Inc., 783-784.
6. Aieta EM, Berg JD, Roberts PV, et al. 1980. Comparison of chlorine dioxide and chlorine in wastewater disinfection. J Water Pollut Control Fed 52(4):810-824.