

[수산화 소듐]		
물리·화학적 특성 <sup>1)2)3)4)</sup>		
수산화 소듐은 일반적으로 50% 이하의 용액 또는 고체로 생산된다. 가장 큰 비중으로는 유기 및 무기 화학물의 생산이다. 펄프 및 직물, 식수, 비누 및 세제 제조 등 다양한 산업 분야에서 사용되며 식품 산업에서 일회용 병 세척에 사용된다. 또한 프리온병(광우병 및 쿠루병) 치료에 사용하기 위해 연구되기도 하였다.		
물질명	국문 : 수산화 소듐 영문 : Sodium hydroxide	
관리정보	CAS 번호 : 1310-73-2	
성상	백색 반투명의 고체, 흰색, 다양한 형태의 흡습성 고체	
분자식	NaOH	
분자량	39.997 g/mol	
끓는점	1,388℃	
녹는점	318℃	
밀도	2.13 g/cm <sup>3</sup>	
증기압	< 2.4 kPa at 20℃	
pH (unitless)	pH of a 0.05% wt/wt solution about 12; 0.5% solution about 13; 5% solution about 14	
용해도	물(1 g/0.9 mL), 끓는물(1 g/0.3 mL), 메탄올(1 g/4.2 mL), 글리세롤에 녹으나 아세톤, 에테르에는 녹지 않는다.	
상대증기밀도	자료없음	
인화점	자료없음	
폭발성	자료없음	
독성 정보 <sup>1)2)5)</sup>		
독성	종(species)	결과
급성 구강독성	Rat	LD <sub>50</sub> = 325 mg/kg bw
급성 흡입독성	자료없음	-
급성 피부독성	자료없음	-
피부 자극	Rabbit	강자극성 [Standard Draize test] : 500 mg/24hr
눈 자극	Rabbit	강자극성 [Standard Draize test] : 1% 약자극성 [Standard Draize test] : 400 µg 강자극성 [Standard Draize test] : 50 µg/24hr 강자극성 [Standard Draize test] : 1 mg/24hr
유전독성	Mouse	유전독성이 없다.
발암성	자료없음	-
생식독성	자료없음	-
발달독성	자료없음	-
건강 영향 <sup>6)7)8)9)10)11)12)13)14)</sup>		
흡입 노출	수산화 소듐의 에어로졸을 흡입하면 기침, 인후염, 작열감, 호흡 곤란이 나타나며 상기도에 매우 자극적이며 폐부종을 일으킬 수 있다. 장기간 흡입 노출 시에는 천 목소리 및 반응성 기도 기능 이상 증후군(RADS), 화학물질 유발 천식이 발생할 수 있다. 63세 남성이 호흡기 보호 장비 없이 수산화 소듐(NaOH) 용액을 끓여 대형 산업용 잼 용기를 20년 동안 매일 청소하였다. 신체검사, 흉부 X선 필름, 폐 기능 검사 및 동맥혈 가스는 모두 중증 폐쇄성 기도 질환을 나타내었다.	
경구 노출	수산화 소듐의 섭취는 입, 식도, 위에 화상을 일으킬 수 있으며 삼키는 즉시 타는 듯한 느낌이 들며 과다 침 분비가 동반된다. 또한 구역감과 복통이 나타날 수 있다. 회복한 사람에겐 이후에 식도와 위장관의 협착성 흉터가 생길 수 있다. 수산화 소듐 섭취 12-42년의 잠복기 후 식도의 편평 세포 암종이 발생하였지만, 직접적인 발암 작용으로 인한 것으로 생각되지는 않는다.	

	65세 남자가 자신이 복용 중인 약과 햇갈려 수산화 소듐 정제를 복용한 케이스가 있다. 초기에는 작열감과 가벼운 연하곤란만 호소하였지만 수 시간 후 심각한 호흡 곤란과 함께 성문상의 조직괴사로 인해 2주간의 기관삽관 후에 회복할 수 있었다.
피부 노출	수산화 소듐은 낮은 증기압을 가지기 때문에 작업자들에게 가장 명백한 노출 경로이다. 수산화 소듐과 피부 접촉 시 홍반, 통증, 심각한 피부 화상, 물집이 나타난다. 만성 피부 노출은 피부염을 유발시킨다.
	수산화 소듐에 오염된 식수에 50,000명의 마을 주민이 노출된 사건이 있었다. 오염된 물에 노출된 사람들은 달은 부위의 타는 듯한 통증을 호소하였다. 피해를 입은 사람들을 분석한 결과, pH 11.5 이하에서는 화상이 발견되지 않았으며 물의 pH가 12 이상에서야 명확한 피부 화상이 확인되었다.
	75세 여자가 약 2-3시간 동안 장갑 없이 수산화 소듐(NaOH)을 사용하여 생긴 양측 손의 상처로 응급실에 내원하였다. 몇 시간 안에 그녀는 타는 듯한 감각을 느꼈고 심각한 충혈과 물집이 생겼으며 이후 부식성 피부 화상으로 치료받아야만 했다.
	쥐를 이용한 급성 피부독성에 대한 실험에서 쥐의 털을 자르고 직경 2cm의 원형 영역을 50% 수산화 소듐(NaOH)으로 도포하였다. 그 후, 그 부위를 다양한 간격으로 물로 행구었다. 쥐의 사망률은 도포 후 30분, 1시간, 2시간 또는 전혀 행구지 않았을 때 각각 20, 40, 80 및 71%로 확인되었으며 바로 쥐를 행구었을 때 사망률은 관찰되지 않았다.
눈 노출	수산화 소듐의 눈 노출은 손이 눈에 닿을 때, 튀길 때 나타날 수 있다. 눈이 접촉하면 단백질이 가수분해되면서 심한 화상과 눈 손상을 일으킨다. 표면 병변의 형성, 파괴세포, 염증 및 각막 혼탁이 동반되며 궤양으로 진행될 수 있다. 이후 백내장, 녹내장, 눈꺼풀이 각막에 유착, 실명 등이 생길 수 있다.
	수산화 소듐에 의한 안구화상을 입은 환자들을 추적관찰한 결과 가장 흔한 합병증은 녹내장과 백내장이었다. 알칼리 화상의 경과에 효과적인 응급처치에 따라 예후가 달랐으며 치료에 대한 반응이 좋지 않고 시력 예후가 좋지 않다.
급성 영향	수산화 소듐은 모든 노출 경로에서 부식성이 강하고 자극성이 강하다. 고농도의 수산화 소듐에 단기간 노출되면 피부, 눈, 코, 기관지 및 폐의 자극 및 화상을 일으킬 수 있으며, 많은 양의 수산화 소듐을 흡입하면 후두와 비가역적인 폐쇄성 폐 질환을 일으킬 수 있다. 경구 섭취 초기 증상으로 복통이 나타나며 구토, 위장관의 천공 및 쇼크가 동반될 수 있다. 25-50% 농도의 용제는 즉각적인 피부 반응을 일으킬 수 있지만 4% 이하의 용제에서는 수 시간이 지나도 피부 반응이 일어나지 않았다. 눈 노출은 작열감을 유발하고 영구적인 눈 손상을 유발할 수 있습니다.
만성 영향	저농도의 수산화 소듐을 장기간 흡입하는 경우에는 코와 인두의 자극, 흉통, 비강의 궤양을 유발할 수 있다. 반복 또는 장기간 피부에 접촉 시 피부염을 유발할 수 있다. 에어로졸화된 수산화 소듐을 흡입하면 상기도와 폐에 손상을 줄 수 있다. 만성 노출 연구에서 40% 농도의 수산화 소듐 에어로졸에 노출된 쥐는 기관지 궤양과 괴사를 보였다. 20% 농도에서는 기관지가 확장되었고 상피가 박리되었다.
환경 잔류성	수산화 소듐의 배출은 주로 물(폐수)을 통해 이루어진다. 왜냐하면 수산화 소듐은 높은 수용성과 낮은 증기압을 가지기 때문이다. 만약 수산화 소듐의 배출이 중화되지 않으면 물의 pH를 증가시키고 소듐 농도를 증가시킬 수 있다. 하지만 폐수의 pH는 배출과정 중 자주 측정되면서 중화 과정을 거친다.
독성 동태학	소듐은 혈액의 정상적인 구성 성분이며 대부분 소변으로 배설된다. 우리는 보통 하루 3.1-6.0g의 소듐을 음식으로 섭취한다. 수산화 소듐의 노출로 우리 몸의 pH가 증가할 수 있으나 우리 몸의 항상성으로 인해 pH는 7.4-7.5로 조절된다. 그러므로 수산화 소듐은 우리 몸에 사용 가능한 물질이다.

생물학적 모니터링 방법	수산화 소듐 에어로졸에 대한 노출평가에 관해서 수산화 소듐은 이산화탄소와 쉽게 반응하여 알칼리성이 덜한 탄산나트륨을 형성하기 때문에 부정확하게 측정된다. 그러므로 수산화 소듐 에어로졸의 노출평가 시 탄산나트륨을 같이 고려해볼 수 있다.
노출 경로별 사고사례	63세 남성이 호흡기 보호 장비 없이 수산화 소듐(NaOH) 용액을 끓여 대형 산업용 챔 용기를 20년 동안 매일 청소하였다. 신체검사, 흉부 X선 필름, 폐 기능 검사 및 동맥혈 가스는 모두 중증 폐쇄성 기도 질환을 나타내었다.
	65세 남자가 자신이 복용 중인 약과 햇갈려 수산화 소듐 정제를 복용한 케이스가 있다. 초기에는 작열감과 가벼운 연하곤란만 호소하였지만 수시 간 후 심각한 호흡 곤란과 함께 성문상의 조직괴사로 인해 2주간의 기관삽관 후에 회복할 수 있었다.
	수산화 소듐에 오염된 식수에 50,000명의 마을 주민이 노출된 사건이 있었다. 오염된 물에 노출된 사람들은 달은 부위의 타는 듯한 통증을 호소하였다. 피해를 입은 사람들을 분석한 결과, pH 11.5 이하에서는 화상이 발견되지 않았으며 물의 pH가 12 이상에서야 명확한 피부 화상이 확인되었다.
	75세 여자가 약 2-3시간 동안 장갑 없이 수산화나트륨(NaOH)을 사용하여 생긴 양측 손의 상처로 응급실에 내원하였다. 몇 시간 안에 그녀는 타는 듯한 감각을 느꼈고 심각한 충혈과 물집이 생겼으며 이후 부식성 피부 화상으로 치료받아야만 했다.
안전 가이드 <sup>15)</sup>	
응급조치 요령	[흡입했을 때] 신선한 공기를 공급하고, 휴식을 취한다. 즉시 의료지원을 받아야 한다.
	[피부 접촉] 오염된 옷을 벗고, 충분한 양의 물로 피부를 씻거나 적어도 15분 이상 샤워를 해야 한다. 즉시 의료지원을 받아야 한다.
	[눈에 들어갔을 때] 눈에 들어갔을 때는 눈꺼풀을 감박이면서 다량의 물로 30분 이상 씻어야 한다. 즉시 의료지원을 받아야 한다. 작업 시에는 콘택트렌즈를 빼다. 알칼리로 눈에 화상을 입었을 경우, 2% 아스코르브산(ascorbic acid)으로 30일 이상 치료해야 한다.
	[섭취했을 때] 입안을 행군다. 구토 유도 금지, 중화시키지 말아야 한다. 활성탄을 사용하여 위세척하면 안된다. 환자가 의식이 있으면, 2~4컵 정도 우유나 물을 줘야 한다.
취급 및 보관	[취급] 수산화 소듐 희석액을 만드는 경우 반드시 수산화 소듐을 물에 가해야 하며 물을 수산화 소듐에 가하면 안 된다. 또한 격렬한 반응이 일어나기 때문에 용기 안으로 물이 들어가지 않도록 해야 한다. 취급 또는 작업시는 통풍이 잘 되는 후드에서 행하고 고글형 보안경, 고무장갑(네오프렌 또는 니트릴 재질, 스틸렌/부타디엔코팅 섬유), 고무앞치마, 양압자급식호흡용보호구(Positive pressure self-contained breathing apparatus)를 착용하여 단기적인 접촉을 하며 반복적이고 장기적인 노출을 피해야 한다. 취급 후, 손을 철저히 씻는다.
	[보관] 식품 및 사료, 강산류, 금속류로부터 분리하여 저장한다. 원래의 용기에 저장하고, 건조한 곳, 밀실에 저장한다. 배수로나 하수구로의 접근이 가능하지 않은 지역에 저장한다.

[참고문헌]

- 1) 화학물질정보시스템(NCIS); <http://ncis.nier.go.kr/ncis/>
- 2) <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/15566>
- 3) <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-hydroxide>
- 4) [https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_hydroxide](https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_hydroxide)
- 5) 국립환경과학원; <https://www.nier.go.kr/NIER/kor/index.do> 유독물질 성상과 독성 및 관리 정보 요약서
- 6) Martin, F. M. (1988). Summary review of the health effects associated with sodium hydroxide: health issue assessment.
- 7) ECHA; Summary Risk Assessment Report SODIUM HYDROXIDE
- 8) Salocks, C., & Kaley, K. B. (2003). Sodium hydroxide. Tech Support Doc Toxicol Clandest Drug Labs Methamphetamine, 1, 1-9.
- 9) Rubin, A. E., Bentur, L., & Bentur, Y. (1992). Obstructive airway disease associated with occupational sodium hydroxide inhalation. Occupational and Environmental Medicine, 49(3), 213-214.
- 10) Eroglu, M., Mutluoglu, M., Uzun, G., & Ay, H. (2012). Caustic skin burn caused by sodium hydroxide. Case Reports, 2012, bcr2012007103. EROGLU, Murat,
- 11) Lendowski, L., Färber, H., Holy, A., Darius, A., Ehrich, B., Wippermann, C., ... & Exner, M. (2015). Accidental contamination of a German town's drinking water with sodium hydroxide. International journal of hygiene and environmental health, 218(3), 366-369.
- 12) Sharma, N., Singh, D., Sobti, A., Agarwal, P., Velpandian, T., Titiyal, J. S., & Ghose, S. (2012). Course and outcome of accidental sodium hydroxide ocular injury. American journal of ophthalmology, 154(4), 740-749.
- 13) Boonekamp, C., Voruz, F., & Fehlmann, C. (2018). Correction: Accidental aspiration of a solid tablet of sodium hydroxide. BMJ, 4, 0.
- 14) COOPER, D. W., UNDERHILL, D. W., & ELLENBECKER, M. J. (1979). A critique of the US standard for industrial exposure to sodium hydroxide aerosols. American Industrial Hygiene Association Journal, 40(5), 365-371.