

시판 소금의 중금속 함량과 천일염의 온도변화에 따른 중금속 함량

홍광택 · 이종영 · 장봉기*

경북대학교 보건대학원
순천향대학교 자연과학대학 환경보건학과*

Heavy Metal Contents of Marketing Salts and Bay Salts by Heating

Kwang-Taek Hong · Jong-Young Lee · Bong-Ki Jang*

*Graduate School of Public Health, Kyungpook National University, Taegu, Korea
Department of Environmental Health Science, College of Natural Science, Soonchunhyang University**

Abstract

In order to determine the content of heavy metal in common salts, 35 bay salt samples, 7 refined salt samples, 7 fine salt samples, 5 bake salt samples and 5 bamboo bake salt samples were collected from old market in major cities. Heating bay salt 35 samples, it made heating bay salt of 500°C(34 samples), heating bay salt of 1000°C(35 samples). These were analysed for contents of lead(Pb), cadmium(Cd), iron(Fe) and zinc(Zn) by atomic absorption spectrophotometer.

The results were as follows :

Mean content of lead in bay salts was 0.124 ± 0.035 ppm, refined salt was 0.130 ± 0.019 ppm, fine salt was 0.073 ± 0.036 ppm, bake salt was 0.097 ± 0.023 ppm, bamboo bake salt was 0.117 ± 0.020 ppm, heating bay salt was 0.063 ± 0.021 ppm in 500°C, heating bay salt was 0.063 ± 0.039 ppm in 1000°C. And bay salt, refined salt, bamboo bake salt were not significant one another.

Mean content of cadmium in bay salts was 0.031 ± 0.008 ppm, refined salt was 0.032 ± 0.003 ppm, fine salt was 0.037 ± 0.005 ppm, bake salt was 0.169 ± 0.117 ppm, bamboo bake salt was 0.079 ± 0.052 ppm, heating bay salt of 500°C was 0.030 ± 0.029 ppm, heating bay salt of 1000°C was 0.017 ± 0.013 ppm. And bay salt, refined salt, fine salt were not significant one another.

Mean content of iron in bay salts was 1.025 ± 0.634 ppm, refined salt was 0.359 ± 0.163 ppm, fine salt was 0.267 ± 0.068 ppm, bake salt was 2.929 ± 1.963 ppm, bamboo bake salt was 5.378 ± 3.676 ppm, heating bay salt of 500°C was 0.847 ± 0.315 ppm, heating bay salt of 1000°C was 0.991 ± 0.868 ppm. And bay salt, refined salt, fine salt, bake salt, bamboo bake salt were significant one another ($p < 0.01$).

Mean content of zinc in bay salts was 0.253 ± 0.154 ppm, refined salt was 0.263 ± 0.091 ppm, fine salt was 0.187 ± 0.015 ppm, bake salt was 0.166 ± 0.034 ppm, bamboo bake salt was 0.282 ± 0.064 ppm, heating bay salt of 500°C was 0.253 ± 0.089 ppm, heating bay salt of 1000°C was 0.242 ± 0.179 ppm. And bay salt, refined salt, fine salt, bake salt, bamboo bake salt were not significant one another.

I. 서 론

일상생활에 많이 쓰이는 소금은 짠맛을 가지는 조미료로서 식품의 저장 및 조리에 필요할 뿐만 아니라, 혈액 등의 세포외액에 함유되어 세포기능을 원활하게 하는 등 인간의 생명을 유지하는데 필수 무기질이다. 미국에서는 성인의 하루 평균 섭취량이 6~18g이고, 우리나라에서는 하루 15~25g의 염분을 섭취하고 있는 실정¹⁾인데, 이는 WHO 권장량인 하루 5g²⁾을 초과하는 상태이고, 우리나라는 과도한 염분 섭취를 경고³⁾하고 있을 뿐 권장량은 설정되어 있지 않다.

소금 종류에는 천일염(天日鹽), 재제염(再製鹽), 기계염(機械鹽), 암염(岩鹽), 정염(井鹽) 등으로 나누어지는데, 이 중에 우리나라에서 가장 많이 이용되는 것이 천일염, 재제염, 기계염이다⁴⁾. 천일염은 햇빛과 풍력을 이용하여 해수를 증발, 농축시켜 약 3%의 소금을 생산하며 NaCl의 순도는 80~85%로 우리나라에서는 생산량이 1986년에 57만 5천톤이었다⁵⁾. 재제염은 소비지인 대도시 주변에서 일차 원염을 재료로 하여 NaCl의 순도를 88% 이상으로 높이기 위한 증발과정을 거친 후 만들어지는 것이고, 기계염은 다른 소금과 달리 해수를 원료로 이온교환막법에 의해 생산되며 NaCl의 순도를 99% 이상의 균등한 결정 입자로 만들며 그 생산량은 1986년에 15만 4천톤이었다⁵⁾. 그리고 천일염을 가공방법에 따라 분류할 수 있는데 소염(燒鹽), 천금(天金), 죽염(竹鹽) 등이 있다. 전통적으로 가장 많이 이용되는 것이 소염과 죽염인데 소염은 불에 2~3시간을 볶아서 만든 것이고, 죽염은 천일염과 대나

무, 황토를 고열($1,300 \sim 2,000^\circ\text{C}$)로 9번 구운 뒤 만든 것인데 인간의 건강과 밀접한 관련을 맺어 왔으며 현재 시중에서는 건강식품으로 인식되어 많이 사용하고 있는 실정에 있다.

우리나라 근해 해수에 대한 중금속 함량 조사 논문^{6, 8)}은 다수 보고되고 있으나, 해수의 오염과 전근대적 생산 방식으로 인해 천일염과 기계염은 중금속 오염의 가능성이 증대되고 있는 실정이다. 그러나 소금의 생산지와 대도시 시장 주변의 시판 소금에 대한 중금속 함량에 대한 보고는 현재까지 황⁹⁾ 외에는 없었으며, 천일염과 소염, 죽염 등 가공된 소금중의 중금속 함량을 비교한 논문은 한차례도 없었다.

이에 시판 소금의 중금속 함량이 어느 정도인가를 알아보고 소금을 높은 온도로 가온하였을 때의 중금속 함량을 조사하여 가온하기 전과의 차이가 있는지를 알아보고자 본 연구를 시도하였다.

II. 재료 및 방법

대구시내 총 7개 구별로 구분하여 재래시장에서 시판하는 천일염(서남해안에서 생산, 일명 : 굽은 소금), 재제염(일명 : 꽃소금), 기계염(일명 : 한주 소금)을 연구자가 직접 수집하였다. 천일염은 각 구에 있는 재래시장을 5군데 지정하여 소금 판매상회에서 상층, 중간층, 하층의 3부분으로 채집하여 혼합시켰고, 재제염과 기계염은 각 1

개의 구에서 1개 시료만을 채집하였다. 그리고 소염과 죽염은 재래시장과 대구시내에 소재하고 있는 백화점에서 시판되는 제품을 수집하였다. 그래서 채집된 표본은 천일염 35개, 재제염과 기계염이 각각 7개씩, 소염과 죽염은 각 5개씩으로 총 59개였다.

천일염의 온도별 분석을 위해서는 각 구에서 채집한 35개의 천일염을 각각 500℃, 1,000℃로 가온하여 분석하였다. 그러나 500℃에서 가온시 1개 표본이 잘못되어 500℃에서는 34개의 표본만으로 분석하였다.

소금의 중금속 분석과정은 환경오염공정시험법¹⁰⁾의 중금속 시료 용매추출법에 따라 시료에 흡수된 수분함량을 고려하여 전자천평으로 정확히 20g을 0.1mg의 오차범위로 측정하여 110℃의 온도에 2시간을 건조한 후에 흡습기에 상온이 될 때까지 식힌 후에 무게를 측정하여 수분함량을 계산하였다(평균 수분함량은 천일염이 7.5%, 재제염은 3%, 기계염은 0.02%, 소염은 0.06%, 죽염은 0.13%). 이에 건조중량을 기준으로 하여 중금속 함량을 분석하였다.

시료의 전처리과정은 건조된 시료를 분액깔때기에 넣고 탈이온수를 100ml 주입하여 완전히 용해시킨 후에 1N 질산(純正化學株式會社, 日本) 0.1ml를 넣고 위의 용액에 4%의 A.P.D.C(Ammonium Pyrrolidone Dithiocarbamate, 和光純藥工業株式會社, 日本)를 0.5ml를 주입한 후에 세계 흔들어 섞은 다음에 정치하고 다시 M.I.B.K(Methyl Isobutyl Ketone, 和光純藥工業株式會社, 日本)를 20ml 넣고 세계 흔들어 정치한 후에 M.I.B.K층을 분리하여 비이커에 옮겼다.

이를 약 85℃ 열판에서 M.I.B.K를 휘산시킨 잔류물에 1N 질산 2.5ml와 과염소산 1ml를 넣어 내용물이 건고될 때까지 농축한 후에 방냉하여 이것을 0.1N 염산(純正化學株式會社, 日本)용액으로 용해시켜 20ml로 일정하게 한 것을 원자흡수분광광도계(IL. 551, 미국)로 납, 카드뮴, 철 및 아연 함량을 측정하였다.

온도별 중금속 함량은 천일염을 온도 설정 및 유지시간 프로그램이 가능한 회화로(ashing furnace, Fisher 495A, 미국)에 각각 500℃, 1,000℃로 2시간씩 유지한 후 위의 방법으로 전처리하여 정량하였다.

III. 결과 및 고찰

소금 종류별(천일염, 시판되는 재제염, 기계염, 소염, 죽염), 온도별(상온의 천일염, 500℃의 천일염, 1000℃의 천일염) 납 함량은 표 1과 같다.

납은 독성물질의 하나로 인체에 흡수되면 대부분은 배뇨로 배출되나, 일부는 뼈중에서 축적 현상을 일으켜 급성 중독 및 만성 중독으로 식욕 부진, 빈혈, 시력장애, 변비를 일으키고 나중에는 심한 신경증상을 보이는 것으로 알려져 있다¹¹⁾.

본 연구에서 시판되는 소금의 납 함량은 최저가 0.017ppm, 최고가 0.213ppm으로 평균 함량은 0.116±0.032ppm이었다. 이는 WHO의 규정¹²⁾인 0.1~10ppm보다는 전반적으로 낮았으며, 우리나라의 해염별 수질기준치¹³⁾인 0.1ppm보다는 높지만 약 100g의 해수가 농축되어 3g의 소금이 만들어지므로 해수의 납농도가 0.1ppm이라면 천일염 중에는 약 3.3ppm의 농도를 나타내게 되므로 본 연구에서 사용된 소금들의 원재료가 되는 바닷물의 납 함량은 대략 0.003ppm정도로 추정되어 걱정할 정도의 농도는 아닌 것 같다. 또한 Boppel¹⁴⁾이 유럽의 천일염을 대상으로 납 함량을 조사한 결과인 0.03~1.8ppm과는 본 조사와 비슷한 결과로 보여지나, Kuhnlein¹⁵⁾이 미국의 천일염을 대상으로 조사한 4ppm미만보다는 월등히 낮았다.

시판 재제염의 납 함량이 0.130±0.019ppm으로 가장 많았고, 시판 기계염이 0.073±0.036ppm으로 가장 적었다. 천일염과 비교해서 시판 재제염, 시판 소염(0.097±0.023ppm), 시판 죽염(0.117±0.036ppm)은 각각 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 시판 기계염은 천일염에 비해 납 함량이 유의하게 적었다(p<0.01). 이는 기계염의 제조과정 중에 이온교환 막을 거치는 과정이 있어 여기서 불순물이 제거되고, NaCl의 순도가 99%이상 되는 정제과정을 거쳤기 때문으로 생각된다. 한편 시판 죽염의 경우는 높은 온도에서 가공됨에도 불구하고 납 함량이 상온의 천일염과 비교해서 큰 차이가 없었던 것은 실제 가온하는 온도상의 문제가 될 수도 있고, 죽염제조시 사용되는 황토 등의 다른 이물질에서 납이 유출될 수 있다고 생각되므로 이에 대하여 추후 조사가 필요하다고 생각된다. 황⁹⁾은 우리나라의 일부 소금의 중금속 함량 조사에서 시판되는 천일염의 납 평균 함량이 0.058ppm, 재제염은 0.109ppm, 기계염은 0.006ppm이라고 하여, 본 연구

표 1. 소금 종류별 및 천일염의 온도별 납 함량

(단위 : ppm)

분 류	시료수	(범 위)	평 균±표준편차
종류별 천일염	35	(0.043~0.213)	0.124±0.035
재제염	7	(0.100~0.149)	0.130±0.019
기계염	7	(0.017~0.112)	0.073±0.036**
소 염	5	(0.080~0.126)	0.097±0.023
죽 염	5	(0.093~0.142)	0.117±0.020
계	59	(0.017~0.213)	0.116±0.032
온도별 천일염(상온)	35	(0.043~0.213)	0.124±0.035
천일염(500℃)	34	(0.030~0.115)	0.063±0.021**
천일염(1000℃)	35	(0.027~0.191)	0.063±0.039**

** : p<0.01 천일염 상온시와 각각의 소금간의 t-test

에서의 천일염, 재제염의 함량과 비슷하였으며, 기계염은 낮은 납 함량을 보인 것은 본 조사와 유사한 경향이었다.

천일염을 500℃로 가온한 결과 납 함량이 0.063ppm±0.021ppm으로 반정도 감소되었으나, 1000℃로 가온하여도 납 함량은 0.063±0.039ppm으로 500℃로 가온했을 때와 차이가 없었다. 소염은 보통 천일염을 500℃로 가열하여 제조되는데, 본 실험에서 천일염을 500℃로 가온한 것과 시판되는 소염의 납 함량을 비교하여 본 결과 시판 소염에서 약간 높았지만 상온의 천일염보다는 낮아 열에 의해 일부 납 성분이 소실되는 것으로 여겨진다.

소금 종류별 및 천일염의 온도별 카드뮴 함량은 표 2와 같다.

카드뮴 또한 인체의 독성물질중의 하나로서 인후염, 골연화증, 호흡곤란 등 여러 가지 질환을 야기시키는 물질로 알려져 있다¹⁶⁾.

시판 소금의 카드뮴 평균 함량은 0.048±0.034ppm이었고, 그 범위는 0.010~0.250ppm이었다. 시판 소염의 카드뮴 함량이 0.169±0.112ppm으로 가장 많았고, 천일염이 0.031±0.008ppm으로 가장 적었으나, 천일염과 시판 재제염(0.032±0.003ppm), 시판 기계염(0.037±0.005ppm)간의 함량 차이는 통계적으로 유의하지 않았고, 시판 소염과 시판 죽염(0.079±0.052ppm)은 천일염에 비해 각각 통계적으로 유의하게 높았다(p<0.01).

황⁹⁾의 조사에서 천일염의 카드뮴 평균 함량이 0.333ppm, 재제염이 0.105ppm이었으며, 기계염에서는 검출되지 않았다고 하였는데, 본 연구에서는 천일염의 카드뮴 평균 함량이 이보다 크게 낮았으나, 일본에서 武者와 高橋¹⁷⁾가 조사한 0.0247ppm 보다는 높았지만 소금중의 카드뮴 함량은 우리나라뿐만 아니라 국제적으로도 최대 허용량이 설정되어 있지 않아 직접적인 비교는 할 수가 없는 실정이다.

시판 소염과 비슷한 제조방식인 본 연구에서의 500℃로 가온한 천일염에서는 0.30ppm±0.029ppm으로 천일염에서의 카드뮴 함량과 비슷하게 나타났다. 따라서 이것은 시판 소염의 제조 혹은 유통과정에서 외부의 카드뮴이 유입되었을 가능성이 있는 것으로 생각된다. 또한 시판 죽염에서의 카드뮴 함량은 상온의 천일염에 비해 유의하게 높았는데, 본 실험에서 천일염을 1000℃의 높은 온도로 가열시 0.017±0.013ppm으로 유의한 감소가 있었음에 비추어 볼 때 죽염의 제조과정에서 황토와 같은 혼합물에 함유된 카드뮴이 유입되었을 것으로 생각되며 이에 대한 추후 조사가 필요할 것으로 여겨진다.

소금 종류별 및 온도별 철의 함량은 표 3과 같다.

시판 소금중 철의 평균 함량은 1.386±1.242ppm이었으며, 그 범위는 0.178~11.711ppm이었다. 천일염에는 1.026±0.634ppm으로 정제과정을 거치는 시판 재제염(0.359±0.163ppm)과 시판 기계염(0.267±0.068ppm)에 비해 유

표 2. 소금 종류별 및 천일염의 온도별 카드뮴 함량

(단위 : ppm)

분 류	시료수	(범 위)	평 균±표준편차
종류별 천일염	35	(0.010~0.050)	0.031±0.008
재제염	7	(0.029~0.034)	0.032±0.003
기계염	7	(0.029~0.043)	0.037±0.005**
소 염	5	(0.036~0.250)	0.169±0.112
죽 염	5	(0.027~0.140)	0.079±0.052
계	59	(0.010~0.250)	0.048±0.034
온도별 천일염(상온)	35	(0.010~0.050)	0.031±0.008
천일염(500℃)	34	(0.000~0.109)	0.030±0.029**
천일염(1000℃)	35	(0.058~0.078)	0.017±0.013**

** : p<0.01 천일염 상온시와 각각의 소금간의 t-test

표 3. 소금 종류별 및 천일염의 온도별 철의 함량

(단위 : ppm)

분류	소금 종류	시료수 (범 위)	평균±표준편차
종류별	천일염	35 (0.289~2.622)	1.025 ± 0.634
	재제염	7 (0.200~0.644)	0.359 ± 0.163**
	기계염	7 (0.178~0.356)	0.267 ± 0.068**
	소 염	5 (0.711~5.244)	2.929 ± 1.963**
	죽 염	5 (2.222~11.711)	5.378 ± 3.676**
	계	59 (0.178~11.711)	1.386 ± 1.242
온도별	천일염(상온)	35 (0.289~2.622)	1.025 ± 0.634
	천일염(500℃)	34 (0.422~1.711)	0.847 ± 0.315
	천일염(1000℃)	35 (N.D ~4.000)	0.991 ± 0.868

** : p<0.01 천일염 상온시와 각각의 소금간의 t-test

의하게 높았으나(p<0.01), 시판 소염(2.929±1.963ppm)과 시판 죽염(5.378±3.676ppm)에서는 천일염보다 유의하게 높았는데(p<0.01), 본 연구에서 1000℃로 가온해도 함량변화가 없는 것으로 보아 죽염에 포함되는 황토와 다른 이물질이 철 함량을 증가시킨 결과가 아닌가 여겨진다.

소금 종류별 및 온도별 아연의 함량은 표 4와 같다.

아연은 인체에 필수 무기질로 하루에 10~15mg이 필요하며¹⁸⁾, 본 연구에서 시판 소금 중 아연의 평균 함량은 0.241±0.127ppm이었고, 그 범위는 0.125~0.787ppm이었다. 천일염에서의 평균 아연 함량이 0.253±0.154ppm으로서 Kuhnlein¹⁵⁾의 미국 천일염 1.7~5.1ppm보다는 낮았고, Reith와 Engelsam¹⁹⁾이 조사한 0.1ppm보다는 높게 나타났다. 황⁹⁾의 조사에서는 천일염의 평균 아연 함량이 0.033ppm으로 본 연구보다 낮은 값을 보였다. 시판 죽염이 0.282±0.064ppm으로 가장 높았고, 소염이 0.166±0.034ppm으로 가장 낮았지만, 시판 재제염(0.263±0.091ppm), 시판 기계염(0.187±0.015 ppm) 모두 천일염과 비교해서 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 상온의 천일염을 500℃로 가온한 아연의 함량도 0.253±0.089ppm으로 거의 변화가 없었으며 1,000℃로 가온하여도 0.242±0.179ppm으로 큰 차이가 없었다.

표 4. 소금 종류별 및 천일염의 온도별 아연의 함량

(단위 : ppm)

분류	소금 종류	시료수 (범 위)	평균±표준편차
종류별	천일염	35 (0.130~0.787)	0.253 ± 0.154
	재제염	7 (0.185~0.407)	0.263 ± 0.091
	기계염	7 (0.162~0.208)	0.187 ± 0.015
	소 염	5 (0.125~0.199)	0.166 ± 0.034
	죽 염	5 (0.227~0.380)	0.282 ± 0.064
	계	59 (0.125~0.787)	0.241 ± 0.127
온도별	천일염(상온)	35 (0.130~0.787)	0.253 ± 0.154
	천일염(500℃)	34 (0.139~0.509)	0.253 ± 0.089
	천일염(1000℃)	35 (0.046~1.065)	0.242 ± 0.179

** : p<0.01 천일염 상온시와 각각의 소금간의 t-test

IV. 결 론

시판되는 소금 종류별(천일염, 재제염, 기계염, 소염, 죽염)로 중금속(납, 카드뮴, 철, 아연)함량을 조사하고, 천일염을 500℃와 1,000℃로 가온하였을 때 중금속 함량 변화를 보고자 대구시내 재래시장에서 천일염 35개, 재제염과 기계염 각 7개, 소염과 죽염 각 5개씩을 수집하여 원자흡수분광광도계로 분석하였다.

시판 소금에서 납의 평균 함량은 0.116±0.032ppm이었고, 재제염이 0.130±0.019ppm으로 가장 높고, 기계염이 0.073±0.036ppm으로 가장 낮았다. 상온의 천일염은 0.124±0.035ppm이었는데, 500℃로 가온한 천일염은 0.063±0.021ppm, 1000℃의 천일염은 0.063±0.039ppm으로 500℃ 이상 가열한 경우 현저한 감소가 있었다(p<0.01).

시판 소금에서 카드뮴의 평균 함량은 0.048±0.034ppm이었으며, 소염이 0.169±0.112ppm으로 가장 높고, 천일염이 0.031±0.008ppm으로 가장 낮았다. 상온의 천일염은 0.031±0.008ppm이었는데, 500℃로 가온한 천일염은 0.030±0.029ppm으로 변화가 없었으나 1000℃의 천일염은 0.017±0.013ppm으로 현저한 감소가 있었다(p<0.01).

시판 소금에서 철의 평균 함량은 1.386±1.242ppm이었

고, 죽염이 $5.378 \pm 3.676 \text{ppm}$ 으로 가장 높았으며, 기계염이 $0.267 \pm 0.068 \text{ppm}$ 으로 가장 낮아 통계적으로도 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 상온의 천일염이 $1.025 \pm 0.634 \text{ppm}$ 으로 500°C 로 가열한 천일염에서 $0.847 \pm 0.315 \text{ppm}$, 1000°C 에서는 $0.991 \pm 0.868 \text{ppm}$ 으로 유의한 함량 변화는 없었다.

시판 소금에서 아연의 평균 함량은 $0.241 \pm 0.127 \text{ppm}$ 이었고, 죽염이 $0.282 \pm 0.064 \text{ppm}$, 소염이 $0.166 \pm 0.034 \text{ppm}$ 으로 유의한 차이는 없었다. 상온의 천일염과 500°C 로 가열한 천일염에서 아연 평균 함량은 0.253ppm 이었으나 1000°C 로 가열한 경우 0.242ppm 으로 약간의 감소가 있었으나 유의한 차이는 아니었다.

이상의 결과로 볼 때 시판되는 소금의 중금속 함량은 아직까지 우려할 정도는 아니지만, 500°C 나 1000°C 로 가온 할 경우 납과 카드뮴 함량이 감소되는 것으로 보아 천일염을 볶거나 구워서 식용으로 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 전세열 : 식염섭취의 문제점, 인간과학, 4(12), 75-78, 1980.
- Posner BM, DeRusso PA, Norquist SL, Erick MA : Preventive nutrition intervention in coronary heart disease, J of American Dietetic Association, 86, 1395-1401, 1986.
- 한국영양학회 : 한국인을 위한 식사 지침, 한국영양학회지, 19(2), 81-105, 1986.
- 세계대백과사전 : 15권, 동서문화, 서울, pp 8488-8491, 1992.
- 전국경제인연합회 : 한국경제연감, 1987, pp 273-276.
- 원종훈, 박청길, 양한섭 : 해수중 카드뮴, 구리, 납, 아연 및 수은의 원자흡광정량법, 한국수산화학회지, 9(3), 169-175, 1976.
- 이광우, 박희상, 이 수, 이동수, 임성국 : 한국 연안의 오염 현황 조사 연구, 해양연 보고서, BE0024-13-4, 1978.
- 국립수산진흥원 : 한국연안 수질오염 조사, 국립수산진흥원 사업보고 47호, pp 78-85. 1979.
- 황성희 : 우리나라 일부 소금의 중금속 함량에 대한 조사 연구, 한국환경위생학회지, 14(1), 73-86, 1988.
- 환경청 : 환경오염 공정시험법, 환경청고시 제 83호, 1984.
- Ratcliffe JM : Lead in man and the environment, John Wiley & Son, Now York, pp 32-64. 1981.
- Dewney PA, King CF : Food legislation survey, Food Res Assoc, 6, 12-17, 1980.
- 환경처 : 한국환경연감, 제6권, 1993.
- Boppel B : Blei und cadmium gehalte von gewurzen und kochsalz, Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 156, 299-302, 1976.
- Kuhnlein MV : The trace element content of indigenous salts compared with commercially refined substitutes, Ecology of Food and Nutrition, 10, 113-121, 1980.
- WHO : Cadmium. Environmental Health Criteria No. 134, Geneva, 1992, pp. 17-19.
- 武者宗一郎, 高橋芳久 : 大豆産人はく質に水中の微量カドミウムの濃縮定量. 農化, 24, 540, 1975.
- 日本藥學會編 : 衛生試驗法 註解. 日本藥學會, 東京, pp 392, 1980.
- Reith JF, Engelsam J : Lead and zinc contents of food and diets in Netherlands, Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 156, 271, 1974.