

알루미늄 섭취의 문제점과 과량 섭취가능성

김중만·한성희 / 원광대학교 농화학과

1. 서 론

태초에 우리 인간의 食生活은 순수한 자연성에 의존하며 살아 왔다. 그러나 이러한 자연성은 시대의 흐름과 함께 식품가공 및 저장기술의 발달, 특히 식품의 상업적 생산과 이용이 증가함에 따라 점차 감소되어 우리는 과거 어느때에도 경험하지 못한 새로운 물질의 노출속에서 살아가고 있다고 해도 과언이 아니다.

오늘날 우리가 살고 있는 사회는 산업이 발달하면서 다양한 폐기물의 무분별한 방출로 인한 환경오염은 국민 건강 보건차원에서 인간의 건강과 생명을 여러면에서 위협하고 있다.

즉, 유해성 금속으로 잘 알려진 수은(Hg), 카드뮴(Cd), 비소(As), 납(Pb)의 급성 또는 만성 중독으로 인한 병이나 사망으로 고생하는 사람들이 증가하고 있고 이러한 유해성 금속에 대한 발병사례¹⁾도 적지 않게 보고 되고 있다.

사실 우리가 늘 섭취하는 식품의 종류는 매우 복잡하고 다양하나 이 모든 식품의 유해성 유무의 검토를 완벽하게 하기란 매우 어렵지만 과학기술의 발전으로 안전하다고 한 금속들이 유해한 금속으로 번복되는 경

우도 있어 자연수준 이상의 어떤 성분을 과량 섭취하는 일은 일단 위험하다고 보아야 할 것이다.

한 예로서, 무해한 금속으로 알려진 알루미늄은 연성과 신전성이 풍부하고 중량이 가벼우면서 열전도성이 좋고 가격도 저렴하여 건축용재, 사무용품, 가정용품, 각종 식품포장지, 운반보관용기, 식수용기재질, 각종 식품첨가물, 수돗물정수, 의약품등에 알루미늄 화합물이 첨가되는 등 우리는 과거 어느때 보다 알루미늄과의 접촉 빈도가 매우 높아진 실정이다.

더욱이 최근 알루미늄이 透析腦症²⁾, 알츠하이머병³⁾, 근위축성 측상경화증⁴⁾등의 신경성 질환의 질병과 관련이 있다는 연구 결과가 발표되면서 알루미늄에 대한 관심이 높아졌다.

또한 현재 우리나라는 의료기술의 발달과 식생활 수준의 향상으로 고령인구의 증가를 가져 왔는데 고령화 사회에서 노인성치매(노망, 망령)의 발생율이 증가하고 있다. 그런데 이 노인성 치매중 알츠하이머병(50~60%)이 주 원인으로 이 병은 뇌속의 알루미늄 함량이 높을수록 발생율이 높다는 연구 보고⁵⁾가 있어 알루미늄 조사에 대한 실상을 파악하고 그에 따른 대책을 철저히 요구하게 되었다.

2. 알루미늄이 인체에 끼치는 영향

알루미늄은 인간의 영양소로서 필수성이 증명되지 않는 원소로 이 원소가 생물에 대한 영향력이 적다는 이유⁶⁾만으로 인체에 무해하다고 생각해 왔다. 그러나 최근 보고되어진 내용을 보면 알루미늄이 dialysis osteodystrophy(투석성 골이영양증), amyotrophic lateral sclerosis(근위축성 측삭경화증), Guam Parkinsonism dementia(Guam의 파킨슨씨의 치매), Alzheimer disease(알츠하이머병), alcohol dementia(반점형 탈수초화를 동반한 알콜성 치매), crystalline deposits(결정질의 축적)등⁷⁾으로 알루미늄이 생체에 미치는 영향에 대해 주시하고 있지만 이러한 질환에 대한 원인은 아직 정확히 밝혀지지 않고 있다.

한편 Gorsky등⁸⁾은 알루미늄의 투여량이 1~3g/day일 때 소변으로 배설되는 양은 65~280 $\mu\text{g/day}$ 이며, Rocker⁹⁾등은 알루미늄의 투여량이 3~8g/day일 때 소변으로 배설량은 86~495 $\mu\text{g/day}$ 로 투여량에 비해 배설량이 매우 적다는 것을 알 수 있다. 그리고 Alfery¹⁰⁾는 알루미늄독성의 영향을 가장 심하게 받는 만성신부전환자의 경우 근육과 뇌속의 알루미늄의 함량이 정상인의 함량보다 10배, 뼈에는 20배나 더 축적되며 치매, 경련, 간대성근경련, 노인성치매등의 증상이 나타난다고 한다. 또한 노인성치매(Alzheimer's disease)의 병리학적 소견으로는 신경세포의 소실(neuronal loss), Senile plaque(노인성 반점), Neurofibrillary tangle(신경세포섬유의 농축)등이 있으며 Candy는¹¹⁾ 실험동물에게 알루미늄을 경구투여시 뇌조직에서 신경섬유가 엉켜있는 구조물(neurofibrillary tangle)을 발견하였다.

이처럼 생체조직 중에 뇌의 알루미늄 함량이 Guam의 parkinsonism 치매나 근위축증 환자에게 과량 축적되는데 알루미늄이 어떤 경로를 통해 혈액-뇌장벽을 통과하여 뇌안으로 들어가는지는 아직 명확하게 밝혀지지 않았지만 신경전달 물질인 glutamate와 결합하여 통과한다고 하였다.¹²⁾

3. 알루미늄 섭취경로와 흡수인자

알루미늄 섭취경로는 3가지로 크게 분류해 볼 수 있다.

첫째, 식품 및 식품용기로 부터의 섭취경로로, 알루미늄 원소가 들어 있는 발효제, 향응고제, 표백제, 유화제등이 식품첨가물로서 Bentonite, sodium aluminum phosphate acidic, sodium aluminum silicate, sodium aluminum phosphate-basic과 aluminum lake, aluminum sulfate 및 aluminum chloride¹³⁾등의 알루미늄 화합물이다. 그 중 aluminum lake 착색색소는 허가된 식품색소로서 적색 2, 3호, 청색 1, 2호, 황색 4, 5호, 녹색 3호로 분말주스, 젤리, 겨자분, 콩가루분, 유지식품, 과자, 사탕, 껌등에 사용될 뿐만 아니라 식품포장재료 인쇄용인 잉크, 장난감, 플라스틱제에 사용¹⁴⁾되고 있다.

그 가운데 Aluminum lake는 사용 허가된 수용성 합성색소인 Na염으로 식품의 안전성 때문에 알루미늄 상태로서 사용되고 있다.

한편, 알루미늄의 조리용구, 알루미늄용 캔, 알루미늄 호일(foil)등을 이용한 식품보관 용기로서의 용도는 거의 폭발적이라고 할 만큼 증가하고 있는 현실정에서 알루미늄이 인체에 흡수될 가능성 역시 높아지고 있다. 더욱이 개별 식품 한개의 식사중에서는 그 함량이 미량일 지라도 하루에 먹는 식품 전체량을 볼 때 장기간에 걸친 알루미늄의 섭취과량은 인체에 심각한 영향을 끼칠 수 있다고 본다.

둘째, 식수를 통한 섭취경로로서 알루미늄 조리용기에 물을 끓일 경우, 산성비와 대기오염으로 인한 토양의 알루미늄 오염에 의한 식수의 원수(raw untreated water)뿐만 아니라 가정용 수도물에도 높은 농도의 알루미늄을 함유하고 있는데 그 이유는 식수의 유기성 물질을 정화하는 과정에서 Aluminum salt가 색이나 맛에 영향을 주지 않아 유기물질을 제거하는 응집제로서 사용하기 때문¹⁵⁾이다. 또한 산성비에 의한 상수원의 알루미늄의 증가 가능성은 다음식에서

표 1. 식품중의 알루미늄 함량(mg/100g)³³⁾

Food	Al concentration	Food	Al concentration
Animal products		Nuts	
Beef, cooked ^a	0.02 ^{bc}	peanuts butter	0.20 ^f
cheese, natural	1.57 ^{bd}	walnuts	0.20 ^f
cheese, processed	29.7 ^{bd}		
chicken with skin		Vegetables	
cooked ^a	0.07 ^c	asparagus	0.44 ^{ba}
eggs, cooked ^a	0.01 ^c	cabbages, raw	0.01 ^c
fish, cooked ^a	0.04 ^c	corn	0.15 ^{bc}
ham, cooked ^a	0.12 ^c	cucumber	0.17 ^{bf}
milk	0.07 ^a	lettuce	0.06
		pease, cooked ^a	0.19 ^c
Fruits		spinich, cooked ^a	2.52 ^{bc}
apple sauce	0.01 ^c	tomatoes, cooked ^a	0.01 ^d
orange juice	0.04 ^f	beans, green cooked ^a	0.34 ^a
bananas	0.04 ^{bf}	cauliflower, cooked ^a	0.02 ^a
grapes	0.05 ^{bf}	potatoes unpeeled,	
peaches	0.04 ^{bf}	boiled ^a	0.01 ^l
		potatoes with skin	
Grains		baked	0.24
grits cooked ^a	0.02 ^c	other	
rice, cooked	0.17 ^c	pickles with	
spaghetti, cooked ^a	0.04 ^c	aluminum additives	3.92 ^{bc}
bran, wheat	1.28 ^{ba}	tea, bag, dry	128 ^e
bread, white	0.30 ^f	tea, steeped	0.46 ^g
coffee bread	0.04 ^e	baking powder	2300 ^a
Herbs and Spices		bay	43.6 ^{bf}
basil	30.8 ^{bf}	oregano	60.0 ^{bf}
celery seed	46.5 ^{bf}	pepper, black	14.3 ^{bf}
clinnamon	8.2 ^{bf}	thyme	75.0 ^{bf}
sage	40.4 ^{bf}		

^a Food not cooked or stored in Al pans, trays, foil

^b Value is an average of several values reported the reference.

^c Grefer et al., 1984.

^d Huth, 1983.

^e Schlettwein-Gosell and Mommsen-strub, 1973.

^f Sorenson et al., 1974.

^g Greger & Donnaubauer, 1984.

표 1을 보면 전반적으로 동물성 식품의 알루미늄 함량은 0.01~29.7mg/100g의 범위로 농도범위가 넓은 것은 가공과정이 늘어나면 증가되는 경향을 볼 수 있으며 자연성치즈와 가공치즈에서 각각 1.57mg/100g, 29.7/mg/100g으로 가공치즈에서 함량이 많다.

그 이유는 치즈의 제조 공정에서 젖산발효를 시켜 카제인을 응고시킨 후 가공(분쇄, 가열)공정을 거치는 동안 알루미늄이 증가 되기 때문이라고 사료된다.

또한 과일류는 0.01~0.05mg/100g, 채소류는 0.01~2.52mg/100g, 곡류는 0.02~1.28mg/100g이고 견과류는 0.2mg/100g이며 향료나 조미료는 8.2~75.0mg/100g으로 과일, 곡류, 견과류와 같이 가공과정을 거치지 않은 천연물의 상태는 알루미늄 함량이 적다는 것을 볼 수 있고 반대로 향료나 조미료 처럼 가공과정을 거쳐서 만들어지는 것에서는 알루미늄 함량이 많음을 알 수 있다. baking powder는 2300mg/100g의 다량의 알루미늄을 함유하고 있는데 비스킷 제조시나 빵을 만들 때 팽창제로서 많이 쓰이는 첨가물인 baking powder sulfate는 과자 1개당 알루미늄이 15mg 함유³¹⁾되어 있어 만약 장기간에 걸쳐서 과량 섭취할 경우 문제가 될 수 있다고 사료 된다.

5. 식품조리시의 알루미늄 함량 변화

알루미늄 재질의 조리기구는 가벼우면서도 열전도율이 높고 가격도 저렴한 편이라 널리 이용되고 있는데 관심을 갖고 주의

깊게 관찰하면 조리중에 금속재 주걱이나 숟가락을 사용할 경우 자국이 날 정도로 굽힌 자국을 볼 수 있다. 그외에 알루미늄 재질의 조리용기를 사용하여 식품을 조리하거나 저장하는 동안에 축적된 알루미늄 양은 조리조건, 온도 식품재료, 조리기구등에 따라 다르며 대부분의 식품들을 호일, 쟁반, 알루미늄 찜통 및 밥통, 알루미늄 팬에 저장하거나 조리할 때 어느정도 알루미늄이 용출되어 식품에 침투되는 것으로 볼 수 있다. 예로서 토마토를 알루미늄 팬에 수분동안 조리한 경우 0.02~0.3mg/g, 토마토소스를 알루미늄 팬에 3시간 조리한 경우 5.7mg/g, 물을 알루미늄 팬에 10분, 또는 그이상 끓였을 경우 0.05 μ g/ml 축적되었고 알루미늄 커피포트에 차를 끓일 경우에 점차적으로 알루미늄양이 0.015 μ g/ml나 증가³⁴⁾하였다.

표 2를 보면 토마토소스의 경우 조리하지 않은 경우는 0.10 μ g/g인 반면 조리한 경우 57.1 μ g/g으로 알루미늄 조리용기에서 조리하였을 때와 조리하지 않았을 때의 함량변화는 현저한 차이를 보여주고 있음을 알 수 있다. 이렇게 조리시 알루미늄 용출로 인해 조리된 식품의 알루미늄 함량증가는 산성에서 알루미늄이 잘 용출된다는 성질과 잘 부합된다.

이처럼 알루미늄의 함량은 알루미늄 재질의 솥이나 그릇, 조리기구, 식품선택과 조리방법 등에 따라 차이가 난다고 볼 수 있으며 산성을 나타내는 식품을 장기간 가열조리 하거나 담가두는 것은 알루미늄 함량 증가의 최소화를 위해서 피해야 한다.

표 2. 알루미늄 조리기구로 조리한 식품의 알루미늄 함량(μ g/g)³⁵⁾

Food	Uncooked	Cooked in Aluminum
Apple sauce	0.13	7.1
Beans, green	3.8	3.8
Beef, roast	0.19	0.85
Cabbage	0.13	3.6
Peas, green	1.9	1.9
Cauliflower	0.19	0.72
Spaghetti	1.7	0.78
Tomato sauce	0.10	57.1

6. 조리기구에 있어서의 알루미늄 용출량

조리기구의 재질구성 및 형태와 표면처리는 다양한데 이러한 차이 역시 조리시 재질 유래의 성분 용출에 따라 차이를 나타낸다.

표 3³⁶⁾을 보면 알루미늄팬은 32.5mg, pudding cup 은 1.34mg, alumate pan 은 0.46mg으로 범랑제품으로서 enameled bowl 은 2.08mg, enameled cup은 0.13mg, aluminum foil case는 0.24mg으로 반복 용출 시험에 의한 용출량 변화를 보면 용출 1회가 제일 높고 2회, 3회로 갈수록 알루미늄 함량이 감소되는 것으로 각각의 조리용구 용출조건에 따라 차이가 있음을 알 수 있다.

吉田³⁷⁾은 도자기, 범랑제품, 유리제품의 식기등 60여종에서 알루미늄이 용출되는 급속을 측정 한 결과 22±2°C, 24시간의 용출조건에서 용출량은 중국용 밥공기가 0.07~1.61ppm, 접시는 0.31~1.0ppm, 그라탕접시는 0.14~0.99ppm, 서양접시는 0.68ppm으로 검

출되었고 Knoll³⁸⁾은 요리용으로 25년간 사용한 3개 알루미늄 bowl을 이용해서 육수와 우유를 각각 60분간 끓였을 때 2개의 알루미늄 bowl에서 0.25~1.5 µg/ml농도의 알루미늄이 용출되었다고 하며 음용수, 와인, 맥주, 유아용 분유등의 알루미늄 재질 용기의 사용은 미량이라도 장기간에 걸쳐서 섭취할 경우 체내 알루미늄 축적으로 신장질환 환자의 경우는 질병을 더욱 악화시킬 수 있다고 하였다.

平野³⁹⁾는 Aluminum foil case가 식품포장의 간이 용기로서 일상생활에서 널리 이용되나 알루미늄이 산성조건에서 흡수가 잘되는 성질로 인해 매실장아찌, 식초등 유기산의 식염혼합물을 사용할 경우 알루미늄이 용출될 가능성이 매우 높게 나타난다고 지적하였다. 이처럼 알루미늄 섭취는 자연식품에서 섭취될 뿐 이었지만 요즘은 조리용구 사용시 뿐 만 아니라 조리과정중에도 얼마든지 용출되어 알루미늄 섭취를 증가시킬 수 있다고 본다.

표 3. 식기 및 조리기구에서의 알루미늄 용출³⁶⁾

sample Number of sample	Surface are 4% AcoH		Dissolution conditions	Al concentration ³⁾ experimental 1st times 2nd 3rd (µg/ml)	Al dissolution ⁴⁾ 1st 2nd 3rd	Al dissolution ⁵⁾ 1st 2nd 3rd (µg/cm ² /h)	
	(cm ²)	(ml)					
Metalware for nonboiling use Alumite bowl (15cm, 800ml)	3	380	700	22±2°C 10min	N.D	N.D	N.D

Stainless-steel bowl(15cm, 800ml)	3	366	700	22±2°C 10 min	N.D	N.D	N.D
Metalware for boiling use Aluminum pan (15cm, 1500ml)	3	525	1000	100°C 10min	32.5±9.5	32.5±9.5mg	371±109
					18.5±4.5	18.5±4.5mg	211±51
					22.3±3.5	22.3±3.5mg	255±38
Alumite pan (16cm, 1400ml)	3	491	930	100°C 10min	0.50±0.06	0.46±0.05mg	5.64±0.66
					0.25±0.29	0.24±0.26mg	2.88±3.28
					0.30±0.14	0.12±0.13mg	3.44±1.58
Aluminum pudding cup (100ml)	5	94	70	100°C 10min	19.2±8.7	1.34±0.62mg	85.5±39.4
					23.5±11.5	1.64±0.81mg	105.0±51.8
					16.6±3.8	1.16±0.19mg	74.1±12.3
	5	96	80	22±2°C 24h	1.29±0.17	104±9.4 μg	0.07±0.05
Enameled ware for nonboiling use	3	422	700	80°C 10min	0.19±0.02	135±12.2 μg	1.92±0.13
					0.06±0.02	40.1±13.4 μg	0.57±0.19
					0.07±0.02	46.0±14.2 μg	0.65±0.20
Enameled bowl (16cm, 800ml)	3	422	700	22±2°C 24h	2.97±1.09	2.08±0.77mg	0.21±0.08
					0.30±0.14	0.21±0.09mg	0.02±0.01
					0.36±0.02	0.25±0.05mg	0.02±0.005
Enameled cup (7cm, 250ml)	5	243	230	80°C 10min	0.09±0.03	21.0±6.6 μg	0.52±0.16
					0.03±0.01	7.9±1.8 μg	0.02±0.04
	5	243	230	22±2°C 24h	0.55±0.23	127±52.8 μg	0.02±0.01
					0.18±0.04	41.2±9.6 μg	0.01±0.002
				0.17±0.03	38.1±6.2 μg	0.01±0.001	
Aluminum foil case	5	55	40	22±2°C 24h	0.04±0.01	8.9±3.2 μg	0.22±0.08

^{a)} mean±S. D.

7. 결 론

오늘날 알루미늄은 다른 중금속에 비해 무해한 금속으로 평가되고 있지만 알루미늄을 재질로 한 용기와 각종 첨가물 및 알루미늄 화합물 사용이 무제한적으로 확대되고 있으며 더욱 확대될 것으로 전망된다. 따라서 알루미늄 과다 섭취시에 질병과 관련이 있다는 학계의 주장을 고려해 볼 때 개별식품에 있어서의 함량은 미량 일지라도 각종 식품을 섭취할 경우에 알루미늄 섭취량이 생각보다 많이 섭취한다고 쉽게 예상 할 수 있으며 특히 알루미늄 조리기구로 국이나 찌개의 조리를 하여 먹는 우리의 食生活에서 알루미늄의 섭취로 인해 문제될 가능성이 충분히 있다고 본다.

따라서 우리의 식생활은 식품가공, 보존, 조리취급에 있어서도 알루미늄 함량에 유의해야 할 문제로 생각되며 이에 대한 생리학적 연구도 계속 병행 되어야 할 필요를 느낀다.

아울러 수도물의 검사항목에 알루미늄 함량 제한치도 추가해야 한다고 생각된다. 또한 일반 식품, 즉 알루미늄 함량이 높을 가능성이 있는 식품에 알루미늄 함량을 표시하는 식품규격도 고려될 필요가 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Doll, J., Klassen, C. D. and Amdur, M. O : Toxicology, 2nd edition, Mcmillan pub, Co., New York Chapter 17, 1980
2. Alfery, A. C. Hegg, A. and Craswell, P: Am. J. Clin Nutr., p. 33. 1509, 1980
3. Candy, J. M. Oakery, A. E., Klinowski, J., Carpenter, T. A., Perry, R. H., Atack, J. R., Perry, E. K., Blessed, G., Fairbrain, A. and Edwardson, J. A: Lancet 15, 354, 1989.
4. Martyn, C. N., Barker, D. J. P., Osmond, C., Harris, E. C., Edwardson, J. A. and Lacey, R. F. Lancet, 14, 59, 1989.
5. J. T. Hughes, Aluminum encephalopathy and Alzheimer's disease, The Lancet., March 4. 490~491 1989.
6. 松島文子, 飯越舜介: 嗜好飲料중의 알루

미늄 濃度, 日本家庭學會誌, Vol. 42. No 12. pp. 1095~1101, 1991.

7. Crapper, D. R. and Boni., N. D. Experimental and clinical Neurotoxicology, ch. 22. Aluminum p 326~335.
8. Gorsky, J. E., Dieta, A. A., Spencer, H. and Osis, D. Metabolic balance of aluminum studied in six men. Clinical chemistry, 25:1739~1743, 1979.
9. Rocker, R. R., Bltockt, A. J., Lefflers, J. A. and Rack, E. P. Evidence for aluminum absorption from the gastrointewtinal tract and bone absorption by aluminum carboanate ingestion with normal renal function. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 90:810~815. 1986.
10. A. C. Alfery, G. R. Legendre, and W. D. Kaehny, The dialysis encephalopathy syndrom: possible aluminum intoxication, New Engl J. Med., 294:184~188. 1976.
11. Candy. J. M., Oakley, A. E., Kliowski, J., Carpenter, T. A., Perry, R. H. Atack, J. R. Perry, E. K. Blessed, G., Fairbairn, A. and Edwardson, J. A. Aluminosilicates and senile plaque formation in Alzheimer's disease. Lancet, 8477:354~357. 1986.
12. Roger Deloncle, Oliver Guillard, Clank, F., Courtois, P. and Piriou, A. Aluminum Transfer as Glutamate Complex Through Blood-Brain- Barrier Biological Trance Elements Res., 25:39~45. 1990.
13. Committe on Food Additive Survey Data, Poundage update of food chemicals, 1982, PB 84~16214, National Academy Press, washington, D. C., 1984.
14. 문범수, 식품첨가물, p, 123~125, 수학자, 1983.
15. Klein G. L. Nutritional Aspects of aluminum toxicity nutrition research review, 3 : 117~141, 1990.
16. Miller R. G. Kopfler, F. C. Kelly, K. C. stover J. A. and Ulmer, N. S. 1984. The occurrence of aluminum contents in drinking water, Water Works Assoc, 76: 84.
17. 이보영, 수도물중 잔류 알루미늄에 관한 조사연구 서울시 수도연구소 1992.

18. M. Havas. in Aluminum in the Canadian Environment(M. Havas and J. F. Jaworski, eds), Publication No. NRCC 24759 of the Environmental Secretarit, The National Research Council of Canada, Ottawa, Canada, pp. 79~127. 1986.
19. J. F. Jaworski, in Aluminum in the Canadian Environment(M. Havas and J. F. Jaworski, eds), Publication No. NRCC 24759 of the Environmetal Secretarit, The National Research Council of Canada, Ottawa, Canada, pp. 175~179. 1986.
20. N. M. Johnson, C. T. Driscoll, J. S. Eaton, G. E. Likens, and W. H. McDowell, *Geochim. Acta*, 45, 1421 1981.
21. Greger, J. L. and lane, H. W. The toxicology of dietary tin Aluminum and selenium, ch 9, Zn Nutritional toxicology, vol II, Hathcock, J. N(Ed) p. 223, Academic press, New York. 1987.
22. Bloom W, L. Flin chum. Osteomalacia pesudofractures caused by the ingestion of aluminum hydroxide, *JAMA* 174:1327~1330. 1960
23. Lotz M. Zisemen E.Barter F.C. Evidence for a Med 278:409~415. 1968
24. Recker R.R. Blotcky A, J. Leffler J,A, Rack E.P. Evidence for aluminum absorption from the gastrointestinal for and bone deposition by aluminum carbonate ingestion with normal renal function *J. Lab Clin Med* 36:32~40, 1982
25. Slanina, P., Falkeborn, Y., French W. and Cedergren., A Aluminum concentraions in the brain and bone of rats fed citric acid, aluminum hydroixide, *Food and chemical Toxicology*. 22:391~397., 1984
26. Slanina, P., Frech, W., Eksträm, L.G., lääf, L., Slorach, S. and Cederger A. Dietary citric acid enchance absorption of Aluminum in antacids, *Clinical chemistry*, 32:539~531. 1986
27. Weberg, R, and Berstad, A. Gastrintestinal absorption of aluminum from single doses of aluminum contaning antacids in man *European Journal of Clinical Investigation* 16: 428~432. 1986.
28. Kaeny, W,D., Hegg, A.P. and Alferey, A. C. Gastrointerstional absorption of aluminum from aluminum-containing antacids. *New England Journal of Medicine*, 296:1389~1390. 1977
29. Eden, T. Climate and Soils CH.2, In Tea p 8 Longmann Group Ltd., London. 1976
30. J.F. Jaworski, in aluminum Environment (M.Havas and J.I. Jaworski, eds) Publication No, NRCC 24659 of the Environmental secretariat, The National Reserach Council of canada, ottawa canada, pp. 175~179. 1986.
31. J.R.,J.Sorenson, I.R.Campbell, C.B.Tepper, and R.D.Lingg, *Environ Health persp.*, 8. 3. 1974.
32. T.Vogt, *Sosiale of Okoumiske Studier*, 61, Statistisk Sentralbyra, Oslo-Kougsvinger. 1986.
33. Janet L.Greger Aluminum Contents of the American Diet *Food Technology* 73~80, 5, 1985.
34. J.L.Greger, W.goetz, and Sullivan, *J.Food Prot.*, 48, 772. 1985.
35. Greger, J.L. and Basier, M.J. Excretion and retention of low or moderate levels of aluminum by human subjects. *Fd. Chem, Toxic* 21:473. 1983.
36. 松島文子. Dissolution of Aluminum and Silicon from Tableware and Cooking Utensils, *日衛誌*. 東京, pp:969~978. 제 43권 5호, 1988.
37. 吉田令子 佐藤憲一, 遠藤英美, 세라믹제 食器에서 溶出되는 金屬, 東京, 都立衛生研究所, 研究年譜, 35, pp:235~240. 1984.
38. Knoll O., Lahl, H., Bockmann, J., Henning, H. and Unte salt, B:Aluminum contamination of tap wate and food, *Trace Element in Medicine*, 3, 172~175. 1986.
39. 平野美邦世 : 調理器具腐食性에 관한 研究(第3報) 알루미늄 食品溶液에 의한 腐食現象에 대해서, *家政學雜誌*, 32, 87~91. 1981.