

## 수산식품중 노인성 퇴행성 질환과 관련된 알루미늄 함량 및 그에 따른 수산식품의 이용방안에 관한 연구

김 애 정

혜전전문대학 식품영양과

### The Study on the Aluminum Content in Fishes Caught from Several Areas of the West Coast in Korea

Ae-Jung Kim

*Department of Food & Nutrition, Hyejeon Junior College, Chung-Nam, Korea*

#### ABSTRACT

This study was performed to determine the amount of aluminum, which is one of the factors of Alzheimer's disease, in some fishes caught from some areas of the west coast in Korea.

The 46 aquatic products were composed of fishes, molluscs, and salt-fermented products(jeot-gal). The 24 fishes were Hickory shad, Gobies, Pomfref, Atkafish, Flounder, Jambeng-ie, Monk fish, Yellow hair tail, Mackerel, Bartailed flathead, Alaska pollack, Brown croaker, Eel, Fine-spotted flounder, Black-spotted grouper, Sea-eel, Pacific saury, Areliscus honaleus, Small boil-dried anchovy, Croaker, Hair tail, Sea bream genuine, Motleystrip rainbowfish, and Bastard halibut. The 15 Molluscs were Whip-arm octopus, Sea arrow, Common squid, Han chi, Cuttle fish, Turban shell, Pond snail, Orient calm, Surf calm, Butter calm, Crib shell, Oyster, Egg cockle, Little neck calm, and Arkshell. The 7 salt-fermented products were salt-fermented Shrimp, Little neck, Oyster, Shad, Gonjeng-ie, Hqangsegi, and Squid. All of them were ashed with 5ml HNO<sub>3</sub> and then with 10ml ternary solution (HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : HClO<sub>4</sub> = 10 : 1 : 4). After ashing of the samples, the aluminum amount were measured by ICP.

The aluminum amount of molluscs was significantly higher than that of fishes and salt-fermented products( $p < 0.01$ ). The aluminum amount of Orient calm and Healak in molluscs were 827.70, 812.55ppm, respectively, which were the most amounts compared with that of the other samples. But the aluminum amounts of Bartailed flathead and Sea bream, genuine in fishes were 0.98, 0.97ppm, respectively, which were the least amounts compared with that of other samples.

This study was limited within 46 aquatic samples, therefore I hope there will be wider efforts to determine about auminum amount in broadere range of aquatic foods for the prevention of Alzheimer's dis-

ease.

Key words: aluminum, aquatic foods, Alzheimer's disease.

## I. 서 론

현재 인류가 당면하고 있는 가장 중요하고 심각한 문제중 한가지는 해양의 환경오염에 따른 수산식품의 중금속 오염이다. 중금속은 인류가 금속을 이용하기 시작하면서 인체에 대한 위험 인자로 대두되기 시작하였다<sup>1)</sup>. 그 가운데 알루미늄(aluminum: Al)은 지구표면의 약 8% 정도를 차지하는 흔한 원소 중의 하나인데, 산성 상태에서 용해성이 매우 높은 특성을 갖고 있다<sup>2)</sup>. 요즘 산업화 과정에서 공업의 발전이 야기시킨 산성비로 인해 많은 양의 알루미늄이 바닷물에 용해되어 들어가므로써 생선을 비롯한 다른 수생생물(aquatic biota)의 알루미늄 오염이 우려되고 있는 실정이다<sup>3)</sup>. 특히, 삼면이 바다로 둘러싸여 있어 수산식품을 풍부히 섭취할 기회가 많은 우리 나라의 경우는 국민건강이 위협받고 있다고 볼 수 있다.

알루미늄의 독성에 대해서는 1886년 Semi에 의해 처음으로 연구되었으나, 이에 관한 활발한 연구가 이루어지기 시작한 것은 1970년대 중반 이후로 알루미늄 분석법의 발달과 알루미늄 독성이 밝혀지면서 부터다<sup>3, 4)</sup>. 현재 알루미늄의 독성에 대한 연구중 가장 관심이 고조되어 있는 분야는 노인성 치매(Alzheimer's disease)인데, 아직 그 원인이 확실히 밝혀져 있지 않지만, 가설 중 한가지가 뇌에 알루미늄이 축적되기 때문이라고 한다<sup>5)</sup>. 실험동물에 알루미늄을 투여하였을 때 뇌조직에서 신경섬유가 엉켜 있는 구조물(neurofibrillary tangle)이 발생한다고 한다<sup>6)</sup>. 노인성 치매 환자에게서 나타나는 뇌세포막 인지질의 변화가 어떠한 기전에 의해 일어나는지에 대해 밝혀진 바 없으나, 알루미늄은 막 인지질인 phosphatidyl inositol의 분해를 촉진시켜 secondary messenger function에 영향을 미친다고 한다<sup>7)</sup>. 그리고 연령이 증가함에 따라서 뇌조직의 알루미늄 함량이 증가한다는 사실이 여러 실험결과 밝혀져

왔다<sup>8, 16)</sup>. 그리고 알루미늄은 일반적으로 식수, 식품 등을 통해 섭취될 수 있기 때문에 쉽게 인체에 들어와 축적될 수 있다<sup>17)</sup>.

최근 우리 나라는 지방화시대에 돌입하여 중금속 오염 가능성이 큰 산업체의 무분별한 해안지역으로의 이전으로 수산식품의 알루미늄 오염 가능성이 높아지고 있으며, 생활수준의 향상, 보건위생의 개선과 의학의 발달 등으로 평균수명이 연장되어 인구구조가 점차 노령화되어가고 있는 추세이다<sup>18)</sup>. 우리나라 노인인구 비율은 75년 5.8%에서 90년 7.6%이며, 2,000년에는 10%를 넘을 것으로 보고 있고 이와 더불어 노인성 치매 인구도 증가할 추세라고 한다<sup>19)</sup>. 이미 노인인구의 증가를 피부로 느끼고 있는 선진국들은 알루미늄의 독성에 관해 이미 많은 관심을 기울여 오고 있으나<sup>20, 21)</sup>, 우리나라의 경우 식품위생학적 측면에서 미량금속을 조사하기 시작한 것은 1960년대 후반부터다. 그 이전에는 주로 영양학적 측면에서 Mg, Cu, Fe, Zn, Ni 등을 대상으로 측정하여 오다가 1967년 농촌 진흥청에 의한 국산쌀 21호 시료의 Hg 함량 측정을 시발점으로 곡류, 두류, 채소류, 과일류에 대한 꾸준한 조사와 함께 수산물에 대한 관심이 두드러지게 높아지고 있다. 그러나 노인성 치매의 요인중 한가지인 식품의 알루미늄 함량에 관한 조사는 그동안 소홀시 되어왔다.

따라서 본 연구에서는 알루미늄 등 중금속 오염이 점점 심화되고 있는 서해안 지역에서 포획되고 있는 46종의 어패류중 알루미늄 함량을 조사분석함으로써 앞으로 노인인구증가와 더불어 증가될 것으로 예상되는 노인성 치매의 예방을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

알루미늄 등 중금속 오염이 점점 심화되고 있는 서해안 지역에서 포획되고 있는 어패류 중의 알루미늄

농함량을 조사하고자 서해안 일부지역(서천, 대천, 광천, 갈산 등)에서 포획되고 있는 생선 24종(전어, 망둥어, 병어, 임연수, 가자미, 잠뱅이, 아귀, 황색갈치, 고등어, 장대, 명태, 민어, 장어, 도다리, 우럭, 뱀장어, 풍치, 박대, 건실치, 조기, 갈치, 도미, 놀래미, 광어)은 서천, 대천, 갈산에서 채취하였으며, 연체류 15종(낙지, 꼴뚜기, 오징어, 한치, 갑오징어, 소라, 논우렁, 대합, 해락, 맛살, 모시조개, 굴, 새조개, 바지락, 피조개)도 서천, 대천, 갈산에서 채취하였다. 젓갈 7종(새우젓, 조개젓, 어리굴젓, 뱀뎡이젓, 곤쟁이젓, 황새기젓, 한치젓)은 서천, 대천, 갈산에서 포획된 것을 광천에서 젓갈로 가공한 것을 채취하였다. 즉, 총 46종의 어패류를 직접 산지에서 종류별로 3개씩 수거하여 가식부를 실험재료로 이용하였다.

## 2. 실험 방법

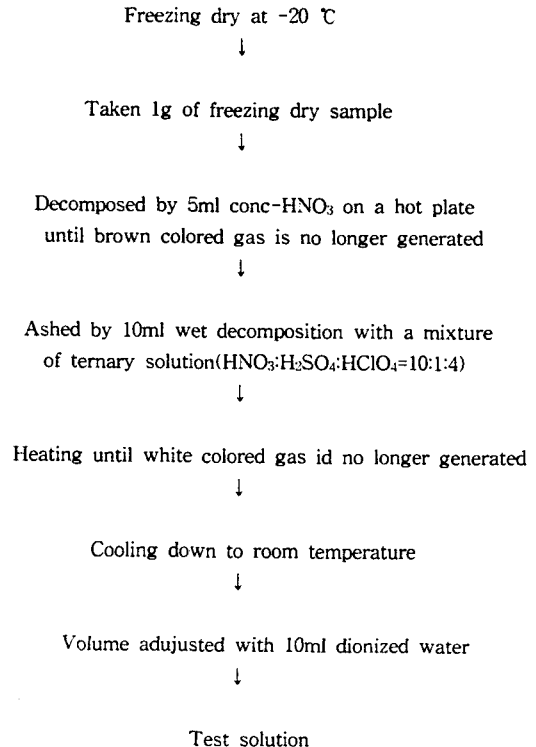
서해안 일부지역에서 포획되고 있는 어패류 46종을 직접 산지에서 종류별로 3개씩 수거하여 가식부를 24시간 동안 최저온 냉동고에서 냉동시킨 후 다시 24시간 동안 냉동건조기에 냉동건조시킨 후 분쇄기로 분말화하여 시료화하였다. 한 시료당 3회씩 임<sup>23)</sup>의 습식분해법(Fig. 1)에 의거하여 분해한 후 ICP-MS(Inductively Coupled Plasma mass spectrometer: Lactam 8440 Plasmalab)<sup>23)</sup>로 Al 함량을 측정하였다(Table 1).

## 3. 통계처리

통계처리는 SAS program package<sup>24)</sup>를 이용하여 46종의 시료의 알루미늄의 평균 함량을 구하였으며, 생선, 연체류와 젓갈 등 3종류의 알루미늄 함량

**Table 1.** Analytical condition of flame ICP-MS for aluminum in fishes<sup>23)</sup>

Wavelength spectrum(nm)	237.32
Line gas pressure(psi)	80.00
Coolant gas flow rate(1/min)	14.00
Sample gas pressure(psi)	38.00
Nebulizer Carrier gas flow rate(1/min)	3.50
Pump rate(ml/min)	3.00
Intergration period(sec)	60.00



**Fig. 1.** Schematic diagram for preparation of test solution<sup>23)</sup>.

의 평균치도 구하였다. 그리고 3그룹 간의 알루미늄 함량 간의 유의성을 검증하고자 Pearson's correlation을 이용하여 통계처리하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 서해안 일부 지역에서 포획되는 생선중 알루미늄 함량

우리 나라는 국토가 남북으로 길게 뻗어 있고 3면이 바다로 둘러싸여 있어서 천연적으로 수산자원이 풍부하여 세계적인 수산국의 위치를 차지하고 있다. 생산량이 많은 어류로는 갈치, 멸치, 고등어 등을 들 수 있는데<sup>25)</sup> 서해안 일부지역에서 포획되는 24종의 생선중의 알루미늄 함량은 Table 2에 제시하였다.

본 연구결과 서해안 일부지역에서 수거한 24종의

**Table 2.** The aluminum amount in fishes caught from the some areas of west coast in Korea(n=24)

Food description	The Al amount of freezing dry fish samples(unit : ppm)
Hickory shad	10.36
Gobies	5.24
Pomfret	8.47
Atkafish	5.48
Flounder	9.18
Lambeng-ie	12.20
Monk fish	11.89
Yellow hair tail	8.67
Mackerel	5.71
Bartailed flathead	0.98
Alaska pollack	7.02
Brown croaker	8.13
Eel	6.20
Fine-spotted flounder	6.76
Black-spotted grouper	11.78
Sea-eel	8.81
Pacific saury	8.13
Areliscus honaleus	9.76
Small boil-dried anchovy	45.12
Croaker	8.27
Hair tail	8.40
Sea bream, genuine	0.97
Motleystrip rainbowfish	9.40
Bastard halibut, fresh	7.01
Range	0.97-45.12ppm
Mean±SD	9.33±8.13ppm

생선중 알루미늄 함량(전어 : 10.36, 망둥어 : 5.24, 병어 : 8.47, 임연수 : 5.48, 가자미 : 9.18, 잠뱅이 : 12.20, 아귀 : 11.89ppm, 황색갈치 : 8.67, 고등어 : 5.71, 장대 : 0.98, 명태 : 7.02, 민어 : 8.13, 장어 : 6.20, 도다리 : 6.76, 우럭 : 11.78, 뱀장어 : 8.81, 풍치 : 8.13, 박대 : 9.79, 건실치 : 45.12, 조기 : 8.27, 갈치 : 8.40, 도미 : 0.97, 놀래미 : 9.40, 광어 : 7.01ppm)은 그 범위가 0.97ppm에서 45.12ppm으로 건실치에 가장 많았고 도미에 가장 적게 함유되어 있었다. 따라서 알루미늄 축적으로 인한 노인성 치매의 예방차원에서 건실치에 비해 도미의 섭취가 권장되어야 할 것으로 사료된다.

**2. 서해안 일부 지역에서 잡히는 연체류중 알루미늄 함량**

연체 동물은 형태학상 두족류(頭足類), 복족류(腹足類), 이매패류(二枚貝類)로 분류한다. 두족류에는 낙지, 오징어, 꼴뚜기 등이 있고, 복족류에는 소라(top shell), 전복(abalone), 우렁이(tiversnail) 등이 있으며 이매패류에는 대합, 모시조개, 굴 등이 있다<sup>26)</sup>. 조개(류)는 두족류(頭足類)를 제외한 대부분의 연체(軟滯)동물의 총칭이다. 주로 조가비(貝殼)를 가진 것을 일컬으며, 속살이 연하여 식용한다<sup>26)</sup>.

본 연구결과 서해안 일부지역에서 수거한 15종의 연체류중 두족류는 낙지, 꼴뚜기, 오징어, 한치, 갑오징어로 5종이었으며, 복족류는 소라와 눈우렁으로 2종이었고, 이매패류는 대합, 해락(해라기), 맛살, 모시조개, 굴, 새조개, 바지락, 피조개로 8종이었다. 15종의 연체류가 함유하고 있는 알루미늄 함량은 3.40ppm에서 827.70ppm으로 그 차이가 매우

**Table 3.** The aluminum amount in mollusc caught from the some areas of west coast in Korea(n=15)

Food description	The Al amount of freezing dry fish samples(unit : ppm)
Whip-arm octopus	15.37
Sea arrow	9.63
Common squid, fresh	299.90
Squid, han chi	3.54
Cuttle fish	6.88
Turban shell, fresh	3.40
Pond snail	35.84
Orient calm, fresh	827.70
Healak	812.55
Surf calm	463.40
Crib shell	81.38
Oyster fresh	377.88
Egg cockle, fresh	134.29
Little neck calm, fresh	154.15
Arkshell	173.58
Range	3.54-827.70ppm
Mean±SD	219.97±284.15ppm

켰는데 복족류인 소라에 3.40ppm으로 가장 적게 함유되어 있었고 이매패류인 대합에 826ppm, 해락에 812.55ppm으로 가장 많이 함유되어 있었다. 즉, 연체류의 알루미늄 함량은 이매패류, 복족류, 두족류 순으로 많아 연체류 중에서는 두족류의 섭취가 노인성 치매를 예방하기 위해서 바람직하다고 볼 수 있다.

3. 서해안 일부 지역에서 포획 및 가공된 젓갈중의 알루미늄 함량

젓갈은 우리 나라를 비롯한 동양각국에서 고대로부터 전해 내려온 저장성 발효식품이다. 어패류를 통채로 또는 절단하여 소금에 절이거나, 어류의 내장만을 모아 소금을 첨가하여 부패균의 번식을 억제하면서 일정기간 동안 숙성시켜 만든다. 숙성되는 동안 자체효소에 의한 자가소화와 숙성중 내염성 미생물이 분해하는 효소에 의하여 원료물질이 어느 정도 분해되고 그 분해산물들의 구수한 맛이 조화를 이루어 특유한 맛을 지니게 된다. 현재 우리 나라에서 알려지고 있는 젓갈은 30여 종류 정도인데<sup>27)</sup> 그에 사용되는 주재료에 따라 담그는 방법이 조금씩 다른데 우리 나라 서해안중 서천, 대천, 갈산 등지에서 포획되어 광천에서 가공되는 주요한 젓갈 7종의 알루미늄 함량은 Table 4에 제시하였다.

본 연구결과 7종의 젓갈(새우젓 : 60.48, 조개젓 : 295.15, 어리굴젓 : 46.60, 밴댕이젓 : 12.91, 곤쟁이

젓 : 119.70, 황새기젓 : 2.50, 한치젓 : 4.60ppm)의 알루미늄 함량은 2.50-295.15ppm으로 그 차이가 컸는데 황새기젓과 한치젓에는 알루미늄 함유량이 낮았지만 조개젓과 곤쟁이젓에서는 많은 양의 알루미늄이 검출되었다.

4. 어류, 연체류 및 젓갈중 알루미늄 함량비교

알루미늄에 기인된 인간의 질병으로는 dialysis osteodystrophy(투석성 골이영양증), amyotropic lateral sclerosis(근위축성 측삭경화증), Guam Parkinsonism dementia(Guam의 파킨슨씨의 치매), Alzheimer's disease(알츠하이머병), alcohol dementia(반점형 탈수초화를 동반한 알콜성 치매), Crystalline deposits(결정질의 축적)<sup>28,30)</sup>이 알려져 있고 또한 알루미늄은 위장관에서 흡수되어 신장에서 소변으로 배설되는데 정상적인 신장에 비해 신장에 장애가 있는 만성신장 장애 환자의 경우는 체조직에 알루미늄이 축적되어 독성을 유발시키는 것으로 알려졌으며 특히 뇌질환과 골이영양증, 빈혈을 일으킨다고 보고하였다<sup>31)</sup>.

본 연구결과 서해안 일부지역에서 잡히는 일부 어류와 연체류 및 젓갈 중에 함유되어 있는 알루미늄 함량 간의 유의차는 Fig. 2에 제시된 바와 같이 연체류의 알루미늄 함량은 생선과 젓갈에 비해 유의적으로 많았다. 이는 연체류 중 거의 움직이지 않고 사는 생육조건을 갖는 이매패류의 특성때문으로 사료된다. 따라서 신장에 장애가 있는 사람은 어패류중 연체류의 장기간 섭취는 지양하는 것이 바람직하다고 사료된다.

Table 4. The aluminum amount in salt-fermented products caught from the some areas of west coast in Korea(n=7)

Food description	The Al amount of freezing dry fish samples(unit :ppm)
Salt-fermented, Shrimp	60.48
Salt-fermented, Little neck	295.15
Salt-fermented, Oyster	46.60
Salt-fermented, Shad	12.91
Salt-fermented, Gonjeng-ie	119.70
Salt-fermented, Hwangsegi	2.50
Salt-fermented, Squid	4.60
Range	2.50-295.15ppm
Mean±SD	79.42±104.49ppm

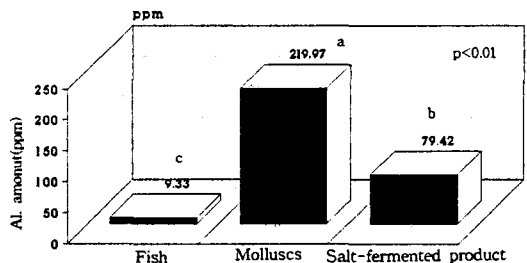


Fig. 2. The comparison of aluminum amount among fish, molluscs and salt-fermented products.

고 사료된다.

#### IV. 요약

알루미늄 등 중금속 오염이 점점 심화되고 있는 서해안 일부지역에서 포획되고 있는 46종의 어패류 중 알루미늄 함량의 평균은  $88.38 \pm 189.03$ ppm으로 그 범위는 0.97~827.70ppm이었는데 24종의 생선 중 알루미늄 함량은 그 범위가 0.97ppm에서 45.12ppm으로 건실치에 가장 많았고 도미에 가장 적게 함유되어 있었다. 15종의 연체류가 함유하고 있는 알루미늄 함량은 3.40ppm에서 827.70ppm으로 그 차이가 매우 컸는데 복족류인 소라에 3.40ppm으로 가장 적게 함유되어 있었고 이매패류인 대합에 826ppm, 해락에 812.55ppm으로 가장 많이 함유되어 있었다. 7종의 젓갈의 알루미늄 함량은 2.50-295.15ppm으로 그 차이가 컸는데 황새기젓과 한치젓에는 그 함유량이 낮았지만 조개젓과 곤쟁이젓에는 많은 양의 알루미늄이 함유되어 있었다. 생선와 연체류 및 젓갈중에 함유되어 있는 알루미늄 함량 간의 유의차를 검증한 결과 연체류의 알루미늄 함량이 생선과 젓갈에 비해 유의적으로 높았다( $p < 0.01$ ). 이는 일생동안 주거지를 크게 움직이지 않는 생육조건을 갖는 이매패류의 특성때문으로 사료된다.

#### V. 참고문헌

1. 이서래 : 식품의 안전성 연구. 이화여자대학교 출판부, 143, 1993.
2. Kim, T. S. : The nature and case of Alzheimer's disease: Proceeding of international symposium in commemotation of the opening of Korea. Gerontology Center 42, 1991.
3. Allen, C. Alfery : Aluminum. Trace elements in human and animal nutrition fifth edition vol 2: 399, 1986.
4. Hem, J. D. : Geochemistry and aqueous chemistry of aluminum. Kidney international 29, suppl., 18, 1980.
5. Price, D. L. : New perspective on Alzheimer's disease. Annu., Rev, Neurosci. 9, 27: 489-517, 1986.
6. Candy, J. M., Oakley, A. E., Klinowski, J., Carpenter, T. A., Perry, R. H., Atack, H. R., Perry, E. K., Blessed, G., Fairbairn, A and Edwardson, J. A. : Aluminosilicates and senile palque formation in Alzheimer's disease. Lancet 847: 354, 1986.
7. John, M. C., Gutteridge, Quinlan, G. J., Clark, I. and Halliwell, B. : Aluminum salts accerate peroxidation of menbrane lipids stimulated by iron salts. Biochem., Biopaths., Acta: 835, 441, 1985.
8. Candura, S. M. Cuatol, A. F., Manzo, L. and Costal, L. : Interaction of aluminumions with phosphoinositide metabolism in rat cerebral cortical membrane. Life Science 49: 1245, 1976.
9. Armstrong, R. A., Winsper, S. J. and Blair, J. A. : Aluminum and Alzheimer's disease : review of possible pathogenic mechanisms. Dementia 7(1): 1-9, 1996
10. Gonda, Z., Lehotzky, K. and Miklosi, A. : Neurotoxicity induced by prenatal aluminum exposure in rats. Neurotoxicology 17(2): 459-69, 1996.
11. Neill, D., Leake, A., Hunghe, D., Keith, AB., Taylor, G. A., Allsop, D., Rima, B. K., Morris, C., Candy, J. M. and Edwardson, J. A. : Effect of aluminum on expression and processing of amyloid precursor protein. J. of Neuroscience Research 46(4): 395-403, 1996.
12. Aksari, P. and Stoppe, G. : Risk factors in Alzheimer's dementia. Fortschritteder Neurologie-Psychiatrie 64(11): 425-32, 1996.
13. Yoshida, H. and Yoshimasu, F. : Alzheimer's dosease and trace elements. Nippon Rinsho-Japanese J. of Clin. Med., 54(1): 111-6, 1996.
14. Savory, J., Huang, Y., Herman, M. M. and

- Wills, M. R. : Quantitative image analysis of temporal dchanges in tau and neurofilament protein during the course of acute experimental neurofibrillary degeneration: nonphosphorylated epitopes precede phosphorylation. *Brain research* 707(2): 81, 1996.
15. Salib, E. and Hillier, V. : Acase-control study of Alzheimer's disease and aluminum occupation. *British J. of Psychiatry* 168(2): 244-9, 1996.
  16. Jeffery, E. H., Abreo, K., Burgess, E., Cannata, J. and Greger, L. J. : Systemic aluminum toxicity : effects on bone, hematopoietic tissue, and kidney, *J. of Toxicology & Environmental Health* 48(6): 649-65, 1996.
  17. 승정자 : 극미량원소의 영양. 민음사, 서울, 342, 1983.
  18. 박양자, 이승교 : 경기일부지역 농촌 노인과 양로원 노인의 영양섭취상태와 식생활 환경요인의 비교. *한국농촌생활과학회지* 7(1): 39-50, 1996.
  19. 공세권 : 농촌인구의 고령화 추이와 사회인구학적 특성. *농촌생활과학회지* 16(4): 23-37, 1995.
  20. Lovell, M. A., Ehman, W. D., Markesbery, W. R., Melethil, S., Swyt, C. R. and Zatta, P. F. : Standardization in diological analyses of aluminum: what are the needs?, *J. of Toxicology & Environment Health* 48(6): 637-48, 1996.
  21. McLachlan, D. R., Bergeron, C., Smith, J. E., Boomer, D. and Rifat, S. L. : Risk for neuropathologically confirmed Alzheimer's disease and residual aluminum in municipal drinking water employing weighted residential histories. *Neurology* 46(2): 401-5, 1996.
  22. 임정남 : 식품의 무기성분 분석. *식품과 영양, 농촌진흥청* 7(1), 42-46, 1986.
  - 23.不破敬一良, 原口 : ICP 발광분석. 南江堂, 京都, 日本, 167, 1980.
  24. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : Principles procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York 1, 1980.
  25. 심상국, 양종범 : 식품학. 고문사, 서울, 190, 1992.
  26. 박원기 : 한국식품사전. 신광출판사, 서울, 293, 358p, 1991.
  27. 장학길 : 짓갈. *국민영양*(11): 42-43, 1996.
  28. Alfery, A. C., Hegg, A. and Craswell, P. : Metabolism and toxicity of aluminum in renal failure. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33, 1509, 1980.
  29. Kim, Y. S. : The nature and cause of Alzheimer's disease. *Proceeding of international symposium in commemoration of the opening of Korea Gerontology Center*, p. 42, 1991.
  30. Candy, J. M., Oakery, A. E., Klinowski, J., Carpenter, T. A., Perry, R. H., Atack, J. R., Perret, E. K., Blessed, G., Fairbairn, A. and Edwarson, J. A. : Aluminosilicates and senile plague formation in Alzheimer's disease. *Lancet*, 15, 354, 1986.
  31. Martyn, C. N., Barker, D. J. P., Osmond, C., Harris, E. C., Edwarson, J. A. and Lacey, R. F. : Geographical relation between Alzheimer's disease and aluminum water. *Lancet*, 14, 59, 1989.

---

(1997년 10월 2일 접수)