

캔 음료 중의 알루미늄 함량에 관한 조사 연구

添加物科

李燦秀·金蓮千·李聖得·金愛京
孫麗俊·趙誠愛·韓商運

A Study on the aluminium contents of can beverages

Division of Food Additive

**Chan-Soo Lee, Youn-Cheon Kim, Sung-Deuk Lee
Ae-Kyung Kim, Yeo-Jun Son, Sung-Ae Jo and Sang-Un Han**

= Abstract =

This study was carried out to investigate the contents of aluminium in beverages. We were classified components as fruit-vegetable juice, carbonated drink, tea and ion drink, malt liquor and also classified containers as aluminium can, steel can, pet container, glass bottle in the markets.

The results were as follows :

1. The average aluminium contents in fruit-vegetable juice were 2.85 ± 0.94 (1.44~3.98)mg/kg in aluminium can, 2.48 ± 0.52 (1.83~3.11)mg/kg in steel can and 2.59 ± 0.98 (1.00~3.58)mg/kg in pet container.
2. The average aluminium contents in carbonated drinks were 0.81 ± 0.50 (0.03~1.29)mg/kg in aluminium can, 0.57 ± 0.45 (0.00~1.34)mg/kg in steel can and 0.59 ± 0.64 (0.00~0.84)mg/kg in pet container.
3. The average aluminium contents in tea were 3.13 ± 0.57 (2.56~3.70)mg/kg in steel can, 2.39 ± 0.13 (2.26~2.52)mg/kg in pet container and ion drinks were 0.08 ± 0.12 (0.00~0.25)mg/kg in steel can, 0.25 ± 0.08 (0.27~0.34)mg/kg in pet container.
4. The average aluminium contents in malt liquor were 0.57 ± 0.40 (0.09~1.32)mg/kg in aluminium can, 0.89 ± 0.05 (0.33~1.74)mg/kg in glass bottle .

In conclusion, aluminium concentration in aluminium can were not higher than that of steel can, pet container and glass bottle beverage. Although aluminium was detected a little in fruit-vegetable juice, carbonated drinks, ion drinks except tea drinks to drink such beverages. It is supposed that there is no health problem.

서 론

과거로부터 현재까지 식품을 저장하기 위한 용기들이 흙, 나무, 유리, 플라스틱, 금속 등으로 만들어져 왔으며, 문명의 발달로 인체에 무해하며 이용하기 편리한 용기들이 개발되어 왔다. 그 중에서도 음료를 위생적으로 저장하기 위하여 1935년 스틸캔이 개발된 이래 1958년 최초의 알루미늄캔이 시판되었다.¹⁾

알루미늄은 지표에 가장 많이 존재하는 금속의 하나로^{2,3)} 스틸에 비해서 금속광택과 인쇄성이 우수하며 비중이 스틸의 1/3정도로 가볍고, 외관이 우수할 뿐 아니라 재활용하기 쉬운 것으로 알려져 있다.⁴⁾ 알루미늄은 내장에서 흡수가 잘 안되기 때문에 섭취로 인한 양의 96%가 배설되어⁵⁾ 인체에 유해하지 않은 것으로 알려져 있으나 일상생활에서 알루미늄이 함유된 식품첨가제⁶⁾, 조리용기구 및 용기, 정수약품에 사용되는 응집제⁶⁾, 의약품⁷⁾ 등을 사용함으로써 알루미늄에 노출되는 경로가 다양하고 많아지고 있다.

이렇게 알루미늄의 접촉빈도와 양이 증가함에 따라 미량의 알루미늄 함량이라도 장기간 섭취하게 되면, 알루미늄의 배설경로가 부족한 신장 질환의 환자들은 인체내에 축적되며, 또한 Hughes 등^{8,9)}은 알루미늄캔이나 호일 등에 의해 뇌속에 알루미늄 함량이 높을수록 노인성치매로 알려져있는 알츠하이머병이 50~60% 정도 발생하고, Susan 등¹⁰⁾은 알루미늄의 축적이 빈혈, 뼈의 약화, Baxter 등¹¹⁾은 유아에게서 뇌의 손상을 초래한다는 연구·보고 등이 발표되었다. 현재 음료캔의 용기가 스틸캔에서 알루미늄캔으로 전환되는 추세에 있으며^{12,14)}, 알루미늄캔 음료의 소비 증가로 특히 산성 식품을 알루미늄용기에 저장시 식품으로 알루미늄이 용출될 수 있어¹⁵⁾ 우리가 일상적으로 사용하는 알루미늄 용기에서 식품으로 이전되는 알루미늄 함량의 조사가 요구되고 있다.

따라서 시중에 유통 중인 음료를 용기별로 구입하여 과채류음료, 탄산음료, 차류 및 이온음료, 맥주로 분류한 후 알루미늄 함량을 측정하고, pH와 알루미늄간의 함량관계를 조사하여 다음과 같이 보고한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

1996년 1월-10월 사이에 유통되고 있는 음료 중 과채류음료, 탄산음료, 차류 및 이온음료, 맥주 등을 용기에 따라 알루미늄캔, 스틸캔, PET콘테이너, 유리병으로 표1과 같이 시료를 구입하여 총 52건을 본실험에 사용하였으며 실험

Table 1. Component of samples

	Fruit Vegetables	Carvonated Drinks	Tea and Ion Drinks	Beer
Al can	4	4	-	5
Steel can	4	4	5	-
PET container	8	8	5	-
Glass bottle	-	-	-	5
Total	16	16	10	10

험수치는 한 시료를 3회 반복하여 얻은 수치를 나타낸 것이다.

2. 기 기

UV/Vis-Spectrophotometer (DU-60, Beckman, U.S.A.), pH Meter (Orion, U.S.A.) Microwave digestion system (MDS 2100, CEM, U.S.A.)

3. 시 약

1,10-Phenanthroline, Sodium acetate Trihydrate, Chloroform, Nitric acid, Sodium hydroxide, Al standard 1000mg/kg (Junsei, Japan),

Hydroxylamine hydrochloride (藥理化學, Japan), 8-Quinolinol (Wako, Japan), Sodium sulfate anhydrous (Shinyo pure chem, Japan)

4. 실험방법

1) 시험용액의 조제

각 시료를 10-20ml씩 칭량한 후 질산을 넣어 microwave digestion system에서 분해하여 NaOH를 이용하여 전처리용액의 pH를 4.3~4.8 사이로 조정된 후 물을 넣어 200ml로 조정된 후 5분간 끓이고 염산히드록시 아민용액 1ml를 넣어 식힌 후 1,10-페난쓰로리니움시액 3ml, 옥신시액 2ml, 초산나트륨시액 10ml를 넣어 흔들어 섞은 다음 클로로포름을 넣어 30초간 추출하여 방치한 후, 클로로포름층을 무수황산나트륨으로 탈수시켜 시험용액으로 하였다.

2) 측 정

Oxin법²²⁾으로 탈수한 클로로포름층을 광전분광광도계의 390nm에서 흡광도를 측정하였다. 따로 공시험은 시험용액과 같은 방법으로 시험하여 보정하고, 검량선은 알루미늄 표준용액을 0.05, 0.10, 0.20mg/kg으로 조제한 후 시험용액과 같은 방법으로 시험하여 알루미늄의 농도를 측정하

었다.

결과 및 고찰

시판음료의 알루미늄 함유량을 조사하기 위하여, 인스턴트 시판제품들을 용기의 재질에 따라 알루미늄캔과 철캔 그리고 페트콘테이너와 유리병 등으로 구분하여 제품의 원료 및 음료의 특성에 따라 제조된 음료제품을 과채음료, 탄산음료, 차 및 이온음료, 맥주 등의 4개군으로 음료를 구획하여 알루미늄의 함유량을 조사하였다.

1. 과채음료

과채음료의 알루미늄 함량은 표2와 같다. 식품 중의 알루미늄 함량은 식품의 종류와 토양조건 및 pH 등에 의하여 차이가 생기며 식품의 원료 및 조리기구, 음용수 및 용출이 잘되는 산성식품의 저장용기 등과 탄수화물, 단백질, 지방, 당 등의 내용물의 성분에 따라 알루미늄 함량에 영향을 미치게 된다.¹⁶⁾

표2의 과채음료는 100% 단일원료만 사용한 제품으로 알루미늄캔, 철캔, 페트콘테이너 등의 재질로 사용한 시판음료를 구획하여 조사한 것으로, 과채음료의 pH와 알루미늄 함량과의 관계를 조사해 보았다. 표2에서 알루미늄캔 내용

물은 가장 고급 과즙음료인 토종사과가 주종으로 생산되었고 그 다음 포도를 알루미늄캔으로 사용하였다. 철캔은 대추, 토마토, 오렌지 등을 내용물로 하였으며 페트콘테이너는 모든 과채음료에 사용하고 있음을 볼 수 있다. 표2에서 알루미늄캔의 과채음료는 pH가 3.45±0.22로 철캔의 pH 3.83±0.05, 페트콘테이너의 pH 3.73±0.27에 비해 알루미늄캔음료의 pH가 조금 낮았으며 과채음료는 일반적으로 pH가 3.31~4.11 범위로 약산성음료의 pH를 보통 갖고 있었다.

표2에서 알루미늄캔의 알루미늄 함량은 1.44~3.98mg/kg의 범위로 나타났으며 평균 2.85±0.94mg/kg 이었고, 철캔은 1.83~3.11mg/kg 범위로 알루미늄의 평균치는 2.48±0.52mg/kg이었으며 페트콘테이너는 1.00~3.64mg/kg 범위로 알루미늄의 평균치는 2.59±0.98mg/kg 나타나 알루미늄캔 과채음료가 철캔이나 페트콘테이너의 과채음료보다 알루미늄이 약간 높게 함유되는 것으로 나타났다.

Janet¹⁶⁾는 포도에서 알루미늄이 0.5mg/kg, 배는 0.4mg/kg, 채소는 0.12~2.52mg/kg의 알루미늄이 함유하였고 松島²⁴⁾은 과채음료의 알루미늄 함량이 0.51~0.72mg/kg이었다고 보고했다. 김등¹⁷⁾은 시판 과채음료의 알루미늄이 1.48mg/kg으로 보고하였다. 이상의 과채음료

Table 2. Aluminum contents of fruit, vegetable juice (mg/kg)

Material	Samples	pH	Al contents
Al can	Apple Juice A	3.82	2.67
	Apple Juice B	3.31	3.98
	Apple Juice C	3.32	1.44
	Grape Juice	3.33	3.31
	range	3.31~3.82	1.44~3.98
	mean±SD	3.45±0.22	2.85±0.94
Steel can	Jujube Juice A	3.83	2.52
	Jujube Juice B	3.77	1.83
	Tomato Juice	3.90	3.11
	Orange Juice	3.83	2.51
	range	3.77~3.90	1.83~3.70
	mean±SD	3.83±0.05	2.48±0.52
Pet Container	Apple Juice A	4.11	2.02
	Apple Juice B	3.41	3.53
	Apple Juice C	3.52	1.00
	Grape Juice	3.43	3.64
	Jujube Juice A	3.97	2.77
	Jujube Juice B	3.99	1.65
	Tomato Juice	3.70	3.58
	Orange Juice	3.83	2.53
	range	3.41~4.11	1.00~3.58
	mean±SD	3.73±0.27	2.59±0.98

Table 3. Aluminum contents of carbonated drinks (mg/kg)

Material	Samples	pH	Al contents
Al can	Cider A	3.11	0.03
	Cider B	3.42	0.71
	F-S	2.70	1.20
	O-S	2.82	1.29
	range	2.70~3.42	0.03~1.29
	mean±SD	3.01±0.28	0.81±0.50
Steel can	Cola	2.60	1.34
	M-S	3.60	0.21
	Soda-O	3.11	0.41
	Soda-A	2.91	0.33
	range	2.60~3.60	0.21~1.34
	mean±SD	3.10±0.41	0.57±0.45
Pet Container	Cider A	3.31	0.08
	Cider B	3.13	0.00
	F-S	2.69	0.49
	O-S	3.03	2.01
	Cola	2.60	0.59
	M-S	3.50	0.84
	Soda-O	3.58	0.15
	Soda-A	3.32	0.17
	range	2.69~3.58	0.00~0.84
	mean±SD	3.12±0.34	0.59±0.64

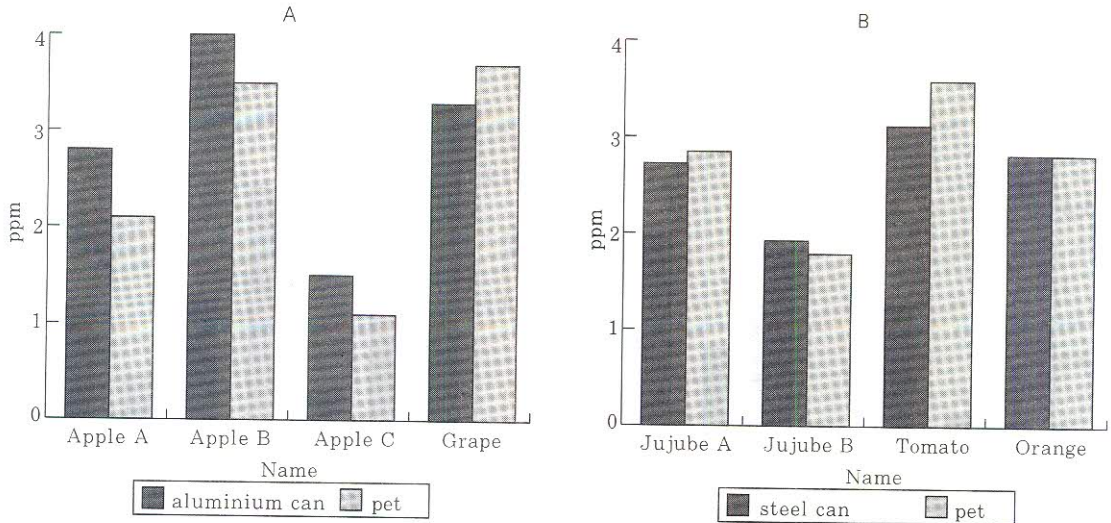


Fig. 1. The content of aluminium on material of containers with fruit and vegetable juices

의 알루미늄 함량 분석결과를 비교해 볼 때 알루미늄캔이라고 특별히 많은 양의 알루미늄이 함유되는 것이 아니고, 철캔이나 페트콘테이너 제품과의 알루미늄 함량 차이가 크지 않음을 볼 수 있었다.

그림1의 A는 시판음료 중에 동일원료 과즙이 사용된 사과주스와 포도주스가 알루미늄캔과 페트콘테이너로 저장되었을 때 알루미늄함량의 차이를 본 것으로, 사과주스는 알루미늄캔에서 알루미늄함량이 약간 높았으며, 포도주스에서는 페트콘테이너에서 오히려 높게 나타났다. 그림1의 B에서 대추주스와 토마토주스, 오렌지주스 등은 철캔보다 페트콘테이너에서 알루미늄 함량이 많은 것으로 나타났다.

그림1에서 동일원료의 내용물에 알루미늄캔, 철캔, 페트콘테이너 등의 재질이 다른 용기 과채음료의 알루미늄 함량은 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

2. 탄산음료

표3은 탄산음료의 pH와 알루미늄의 함량을 나타낸 것이다. 탄산음료의 캔용기는 알루미늄캔과 철캔이 공히 다양하게 탄산음료로 생산되어 시판되고 있고, 페트콘테이너는 모든 탄산음료에 제품생산되고 있음을 볼 수 있다. 알루미늄캔의 pH는 3.01 ± 0.28 이었다. 철캔 제품의 pH는 3.10 ± 0.41 이었으며 페트콘테이너는 pH가 3.12 ± 0.34 로 알루미늄캔 제품이 철캔이나 페트콘테이너 제품보다 pH가 낮았다. 탄산음료는 탄산의 영향으로 pH가 어느 식품보다 가장 낮은 산성을 나타내고 있다.

표3에서 탄산음료의 알루미늄 함량은 알루미늄캔 제품이

평균 $0.81 \pm 0.50 \text{mg/kg}$ 으로 철캔 평균치 $0.57 \pm 0.45 \text{mg/kg}$, 페트콘테이너 평균 $0.59 \pm 0.64 \text{mg/kg}$ 보다 높은 알루미늄의 함량을 나타내었다. 松島 등²⁴⁾은 탄산음료의 알루미늄 농도가 $0.03 \sim 0.52 \text{mg/kg}$, 과즙이 들어 있는 청량음료 $0.51 \sim 0.72 \text{mg/kg}$, 스포츠음료 $0.02 \sim 0.14 \text{mg/kg}$ 으로 보고했고, 김 등¹⁷⁾은 탄산음료 중의 알루미늄이 $1.80 \sim 6.02 \text{mg/kg}$ 이었다고 보고하였다. 시판탄산음료는 가공시에 첨가되는 구연산과 탄산의 용해로 알루미늄캔 제품은 알루미늄캔에서 알루미늄이 용해되는 것으로 생각되나 분석결과 비교에서 크게 알루미늄이 용출되는 것은 아니라고 생각된다. 그림2의 A는 알루미늄캔과 페트콘테이너와의 제품에 따른 알루미늄 함량 차이를 나타낸 것이다. 알루미늄캔 음료 중 사이타 A가 0.03mg/kg 으로 가장 적은 양이었으며, 오-에스는 알루미늄 함량이 알루미늄캔 1.29mg/kg , 페트콘테이너 2.01mg/kg 으로 페트콘테이너 탄산음료가 월등히 높았다.

그림2의 B는 철캔과 페트콘테이너 탄산음료로, 콜라는 철캔에서 알루미늄이 1.34mg/kg 이었고, 페트콘테이너는 0.59mg/kg 으로 나타나 철캔이 알루미늄 함량이 배이상 높게 나타났다. Seruga¹⁹⁾ 등은 콜라에서 $0.00 \sim 0.04 \text{mg/kg}$ 이었고, 김 등¹⁶⁾은 콜라에서 $1.80 \pm 0.05 \text{mg/kg}$ 으로 보고하였다. 그러나 동일제품의 철캔용기와 페트콘테이너용기 제품 사이에 알루미늄 함량 차이는 크지 않았다.

3. 차 및 이온음료

표4는 차음료와 이온음료의 pH와 알루미늄 함량을 나타

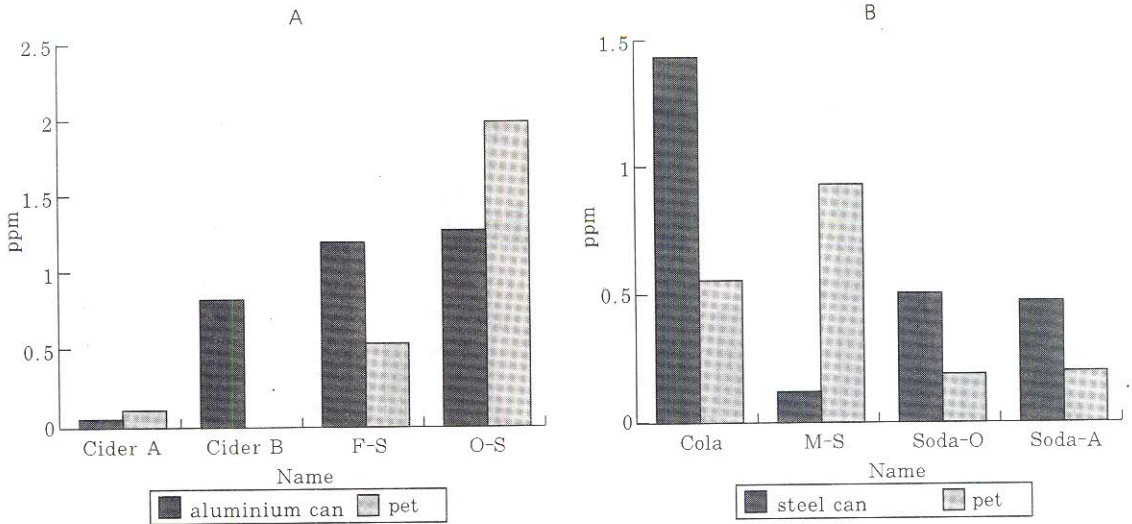


Fig. 2. The contents of aluminium on material of containers with carbonated drinks.

낸 것이다.

현대는 인스턴트 차음료와 미네랄워터 제품 등이 많이 출시되고 있는데, 음료제품은 알루미늄캔은 시판되는 것이 없었으며 철캔과 페트콘테이너 음료제품만이 유통되고 있다. pH는 녹차 음료에서 철캔은 5.99, 페트콘테이너는 6.00으로 중성에 가깝게 나타났다. 그외 이온음료로 pH가 3.00~4.00의 범위로 약산성을 나타내었다. 표4에서 차음료의 알루미늄 함량은 철캔이 $3.13 \pm 0.57 \text{mg/kg}$, 페트콘테이너가 $2.39 \pm 0.13 \text{mg/kg}$ 으로 철캔음료가 알루미늄 함량이 약간 높았다.

이온음료에서 철캔은 알루미늄이 $0.08 \pm 0.12 \text{mg/kg}$ 으로 극미량 함유했으며, 페트콘테이너는 $0.25 \pm 0.08 \text{mg/kg}$ 으로 나타났다. Susan 등¹⁰⁾은 차음료에서 알루미늄이 2.7~4.9mg/kg, Jaworsk 등²⁰⁾은 차음료에서 알루미늄이

5mg/kg으로 보고하였고, 저자 등의 실험은 이보다 절반 정도의 알루미늄이 함유되는 것으로 나타났다. 松島 등²⁴⁾은 스포츠 캔음료에서 알루미늄 함량이 0.02~0.14mg/kg이었다고 보고했는데, 본 저자 등의 이온음료에서도 미량의 알루미늄이 함유되는 것으로 일치됨을 나타냈다.

그림3은 인스턴트 차음료와 이온음료의 알루미늄 함량을 철캔과 페트콘테이너 사이의 알루미늄 함량 차이를 나타낸 것이다. 차음료는 저산성음료로 녹차, 홍차 음료 모두가 페트콘테이너 제품이 낮게 나타났고, 철캔인 게토레이와 파워에이드 등은 알루미늄이 검출되지 않았다.

4. 맥 주

알루미늄캔은 미국에서 하루 300만개 이상 생산되며 맥주 및 소프트 드링크로 제일 많이 사용되고 있다. 이웃나라

Table 4. Aluminium contents of tea and ion drinks

Samples		Steel can		PET bottle	
		pH	Al contents	pH	Al contents
Tea	Green tea	5.99	3.70	6.00	2.52
	Black tea	3.22	2.56	3.55	2.26
	range	3.22~5.99	2.56~3.70	3.55~6.00	2.26~2.52
	mean±SD	4.61±1.39	3.13±0.57	4.78±1.23	2.39±0.13
Ion	P-S 1	3.83	0.25	3.93	0.27
	G-S	3.12	0.00	3.77	0.34
	P-S 2	3.11	0.00	3.44	0.15
	range	3.11~3.83	0.00~0.25	3.44~3.93	0.15~0.34
	mean±SD	3.35±0.34	0.08±0.12	3.71±0.20	0.25±0.08

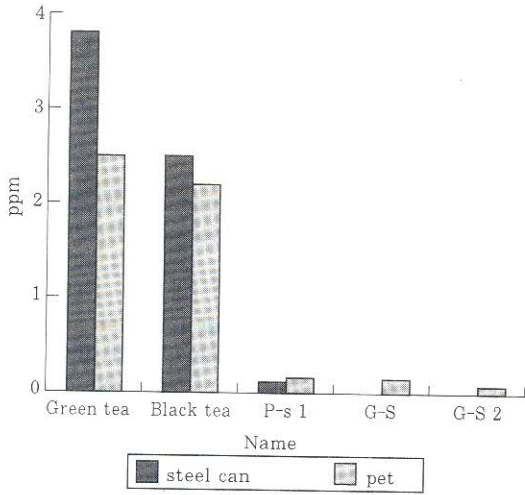


Fig. 3. The contents of aluminium on steel can with tea and ion drinks.

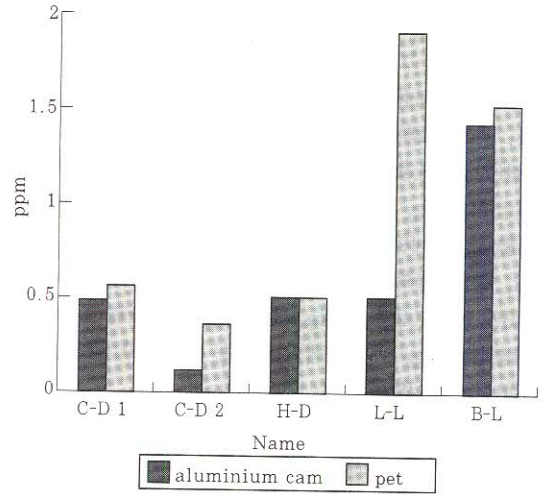


Fig. 3. The contents of aluminium on aluminium can with beer.

일본에서도 알루미늄캔 수요가 캔커피 > 캔맥주 > 탄산음료 > 과일음료 순으로 생산되고 있다고 한다.²³⁾

표5는 시판맥주를 Draft, Dry, Lager 맥주의 특성을 갖는 맥주 5건을 pH, 알콜, 알루미늄 함량을 조사한 것이다. 시판맥주는 알루미늄캔 용기와 유리병이 제품으로 유통되고 있다.

알루미늄캔 용기 맥주는 pH가 4.38 ± 0.15 , 유리병 맥주는 4.30 ± 0.09 로 나타났으며, 알콜함량은 $4.2 \sim 5.0^\circ$ 범위로 평균 $4.42 \pm 0.12^\circ$ 를 나타냈다. Caper 등¹⁹⁾은 알루미늄캔이 산성조건에서 흡수가 잘 되는 성질이 있어 알루미늄 용출 가능성이 있다고 보고하였다. 그러나 오늘날 알루미늄캔은 모든 음료에 첼캔 대신에 사용되고 있다. 그러므로 맥주 중의 알루미늄 함량을 시료 한건을 3회 반복 실험하여 분석한 결과, 표5와 같이 알루미늄캔 맥주에서는 알루미늄이 평균 $0.57 \pm 0.40 \text{ mg/kg}$ 이었고, 유리병맥주는 $0.89 \pm 0.55 \text{ mg/kg}$ 으로 오히려 알루미늄캔 맥주가 알루미늄 함량

이 낮게 나타났다. 일반적으로 맥주캔 내부는 플라스틱 폴리마로 도포되어 있어 맥주와 알루미늄이 직접 접촉되지 않기 때문인 것으로 사료된다. 알루미늄캔 맥주는 5°C 보존되는 것이 알루미늄 용출에도 안전한 것으로 말하고 있다.

그림4는 맥주의 종류에 따라 알루미늄용기와 유리병 사이의 알루미늄 함량 차이를 나타낸 것이다. L-L맥주에서 알루미늄캔 맥주는 0.53 mg/kg 이었고, 유리병맥주에서는 1.74 mg/kg 으로 3배 이상의 알루미늄이 유리병맥주에서 많이 함유하였다. B-L맥주에서는 알루미늄캔맥주와 병맥주에서 각각 1.32 mg/kg , 1.36 mg/kg 으로 나타났으나 그외는 미량으로 나타났다.

결론

시판 음료의 알루미늄 함량을 조사하기 위하여 용기재질에 의해 알루미늄캔, 첼캔, 페트콘테이너, 유리병으로 구분

Table 5. Aluminum contents of beers

Samples	Steel can		PET bottle		Alcohol(%)
	pH	Al contents	pH	Al contents	
C-D 1	4.61	0.44	4.41	0.54	4.2
C-D 2	4.21	0.09	4.23	0.33	4.5
H-D	4.49	0.49	4.41	0.50	4.5
L-L	4.28	0.53	4.20	1.74	4.5
B-L	4.34	1.32	4.25	1.36	5.0
range	4.21~4.61	0.09~1.32	4.20~4.41	0.33~1.74	4.2~5.0
mean \pm SD	4.38 ± 0.15	0.57 ± 0.40	4.30 ± 0.09	0.89 ± 0.05	4.42 ± 0.12

하여 음료의 내용물 특성에 따라 과채음료, 탄산음료, 차 및 이온음료, 그리고 맥주 군으로 나누어 총 52건의 시료를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 과채음료의 알루미늄 함량은 알루미늄캔음료 $2.85 \pm 0.94(1.44 \sim 3.98)$ mg/kg, 철캔음료 $2.48 \pm 0.52(1.83 \sim 3.11)$ mg/kg, 페트콘테이너음료 $2.59 \pm 0.98(1.00 \sim 3.58)$ mg/kg이었다.

2. 탄산음료의 알루미늄 함량은 알루미늄캔음료 $0.81 \pm 0.50(0.03 \sim 1.29)$ mg/kg, 철캔음료 $0.57 \pm 0.45(0.21 \sim 1.34)$ mg/kg, 페트콘테이너음료 $0.59 \pm 0.64(0.00 \sim 0.84)$ mg/kg이었다.

3. 차 및 이온음료의 알루미늄 함량은 철캔음료 $3.13 \pm 0.57(2.56 \sim 3.70)$ mg/kg, 페트콘테이너음료 $2.39 \pm 0.13(2.20 \sim 2.52)$ mg/kg이었고, 이온음료의 알루미늄 함량은 철캔음료 $0.08 \pm 0.12(0.00 \sim 0.25)$ mg/kg, 페트콘테이너음료 $0.25 \pm 0.08(0.15 \sim 0.34)$ mg/kg이었다.

4. 맥주의 알루미늄 함량은 알루미늄캔맥주 $0.57 \pm 0.40(0.09 \sim 1.32)$ mg/kg, 유리병맥주 $0.89 \pm 0.05(0.33 \sim 1.74)$ mg/kg이었다.

본 조사 결과 알루미늄캔 용기는 철캔이나 페트콘테이너 그리고 유리병 용기 음료제품 보다 특별히 높은 알루미늄 함량은 보이지 않았다. 원료에 따른 음료제품에서도 차음료를 제외하고는 과채류, 탄산류, 이온류 음료 및 맥주 등에서는 미량의 알루미늄을 함유하여 섭취시 위생상 문제는 없는 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Hosford, W.F., Duncan, J.L. : The aluminium beverage can. *Scientific American*, 271:34(1994).
- Tukushima M., Kobayashi T., Takeyama E., Hayakawa Y. : Dissolution of Aluminium in commercial canned beer. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39:682(1990).
- Greger, J.L., Baier, M.J. : Excretion and retention of low or moderate levels of aluminium by human subjects. *Food and Chemical Toxicology*, 21:473(1983).
- 産業調査會 : 食品包装, 東京, p144(1987).
- 문범수 : 식품첨가물, 수학사, 서울, p123(1983).
- Klein, G.L. : Nutritional aspects of aluminium toxicity. *Nutrition Research Review*, 3:117(1990).
- Greger, J.L., Lane, H.W. : The toxicology of dietary in aluminium and selenium, *Nutritional Toxicology*, Academic Press, New York(1987).
- Hughes, J.T. : Aluminium encephalopathy and Alzheimer's disease. *The Lancet*, March 4, p490(1989).
- Flaten, T.P. : Tea, aluminium and Alzheimer's diseases. *Food and Chemical Toxicology*, 26:959(1988).
- Susan, J., Fair, W.T. : Aluminium in the diet. *Human Nutrition, Food science and Nutrition*, 41:183(1987).
- Baxter, M.J., Burrell, J.A., Massey, R.C. : The aluminium content of infant formula and tea. *Food Additives and Contaminants*, 7:101(1990).
- Hughson, L. : Aluminium cans : a viable option?. *Food review*, 19:43(1992).
- Maskell, A.J. : Long-life ambient food packaging : a history-from the tin can to plastics and beyond. *Packaging Technology & Science*, 4:21(1991).
- Shunichi, I. : Liquid packaging. Present state and future prospect of aluminium cans. *Food Packaging*, 33:89(1989).
- Naresh, R., Mahadeviah, M., Gowramma, R.V. : Electrochemical studies of aluminium with model solutions and vegetables. *J. Food. Sci.*, 25:121(1988).
- Janet, L.G. : Aluminium contents of the American diet. *Food Technology*, 5:73(1985).
- 김중만, 한성희, 백승화 : 음료식품의 알루미늄 함량. *한국식량영양학회지*, 23:863(1994).
- Capar, S.G., Boyer, K.W. : Multielements analysis of foods stored in their opened cans. *J. Food safety*, 2:105(1980).
- Seruga, M., Gragic, J., Mandic, M. : Aluminium content of soft drinks from aluminium cans. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 198:313(1994).
- Jaworski, J.F. : In aluminium Environment (M. Haves and J.I Jaworski, eds) Publication No, NRCC 24659 of the Environmental secretariat, p175(1986).
- Inoue, S. : Recent trends in demand for aluminium can for beverage (beer, carbonated drinks, juices). *Food Packaging*, 31:82(1987).
- 환경부 : 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙, p4(1994)
- 井上舜一 : アルミ罐の現状と將來展望. *Food Packing*, 33:89(1989)
- 松島文子 : 嗜好飲料中のアルミニウム濃度. *日本家庭學會誌*, 42(1991)