

缶詰食品の衛生化学的研究—I

缶詰の開缶時に発生する缶切り屑についての
2, 3の検討成績について

堀尾嘉友

Hygienic Chemical Studies on Canned Food—I On Metal Fragments from Ordinary Can Openers.

by

Takatomo Horio

It has been known that the small amount of the metal fragments are produced when cans are opened by ordinary can openers and contaminate food at intervals.

In this paper, it is reported that the solubilities of the fragments in artificial gastric juice and the influences on the digestive tract of rats after oral administration of the fragments. The methods and the results are as follows :

1. The fragments and the reduced iron powders (JP-6th) as the reference, were suspended in the artificial gastric juice at 37°C for two hours with constant mechanical stirring. Trace amount of tin and appreciable amount of iron (about 20 per cent of the fragments) were dissolved into the gastric juice, while most of the reduced iron powder was dissolved.

2-1) Each fifteen milligrams of the metal fragments were orally administered (Picture 1, 2, 3 and 4) to male rats (Wister strain, the body weight were approximately 140 grams in one group and 210 grams in the other) for two days. The rats were dissected after 24 hours and the digestive tracts were extirpated. All of the digestive organs were observed after incision. Metal fragments were found in the lower parts of the small intestines and in large intestines: large particles remained in the center of the feces and small particles around the large ones.

2-2) Each twenty milligrams of the metal fragments were orally administered to male rats (the body weight were approximately 120 grams) for two days and then fed for 60 days with regular diet. Then the rats were dissected and the digestive tracts were extirpated.

After observation, the digestive organs were washed (2-1) or irrigated (2-2) with physiological saline solution, and subjected to the analysis of iron.

The iron contents in the upper part of small intestines of the animals suffered with experiment 2-1 were higher than in the controls. The finding may well agree with one of the physiological knowledges that divalent iron is usually absorbed to the upper small intestines.

Neither macroscopical nor analytical changes were observed with the rats orally administered with the metal fragments

缶詰食品を利用するさい種々な開封方法がとられているが、巻取り缶、あるいは Easy opening 缶は別として、通常最も一般的な方法はいわゆる缶切りによる開封方法である。缶切りには構造上種々なものがあるが、その大多数はまず缶蓋の周辺部に缶切りの刃先をかみ込ませ、ついで物理的圧力を加える操作を反復しながら、缶周に沿って前方もしくは後方に缶切りを移動させることにより周縁に沿って缶蓋ブリキを破断する方法がとられている。そのため缶切りの使い方、および缶切りの性能によって往々ブリキ屑が生じ、これが缶内に落下し、食品中に異物である金属片が混入することとなり食品衛生上から関心が持たれている。従来は余り問題とはならなかったが、しかし最近、缶切りによる缶詰食品中への金属性異物混入の問題が相ついで発生し、さらには食品とともに摂取した場合の人体に対する安全性の問題にまで波及するに至った。この問題に関して、すでに米国において1958年に動物実験成績から有害な影響の認められないことが報告されており²⁾、また他方金属片の食品中への混入を避けるため缶切りの取扱いについての注意も示されている³⁾が、このほかに報告はみられない。しかし前記の動物実験に関する報告においてはその詳細が記述されていないため、東洋製罐株式会社技術本部の協力により集められた缶切り屑を用い、まず予備試験として人工胃液中における溶解性と、シロネズミの摘出小腸内に缶切り屑を生理食塩水とともに静かに流下させたさいの状態を観察した。ついで幼シロネズミに缶切り屑を強制経口投与し、24時間後、または60日間飼育後に解剖してその消化管の内面状態を観察した。また一方各消化管組織の総鉄量を測定し対照群のそれと比較したので報告する。

実験の部

1. 供試試料缶切り屑

東洋製罐株式会社技術本部において市販缶切りを用いて、洗浄乾燥した無塗装5号缶を白紙上で開缶したさいの缶切り屑を集め、ガラス製秤量瓶に入れ送付を受けたものを試料とした。その肉眼的観察による形状は粉末状のものから数ミリメートルの長さを示すものまであり、これらを混和して使用した。

2. 人工胃液

第7改正日本薬局方第一部解説書⁴⁾に従って調製した。

3. 実験動物、飼料および飼育方法

ウイスター系雄シロネズミの体重70~80g程度のもを購入し、あらかじめ約2週間飼料及び水を与えて馴致飼育し、発育その他外見上異常のないことを確認のち実験に供した。

飼料はオリエンタル固形飼料MFを用い、水は水道水を使用した。飼料および水は自由に摂取させた。

4. 鉄量測定法

試料の一定量を乾式灰化したのち、冷後、塩酸〔SSG, 20%〕4mlを加え、水浴上において蒸発乾固したものについてO-フェナンスロリンを用いる比色法により測定した。

5. スズおよび鉛測定法

鉄測定の場合と同様に灰化、塩酸処理したのち、スズについては支持電解液として2M-NH₄Clと2N-HClの等容混液を加えて溶解したのち、また鉛については支持電解液として0.6N-HClO₄とN/500-HClの等容混液を加えて溶解したのち、一夜静置後それぞれ交流ポーラログラフ法により測定した。

6. シロネズミへの缶切り屑の投与方法

径約3mm、長さ約6cmのポリプロピレン製の管の一端を小火焰上で加熱して切り角を丸めたの

ち空腹状態のシロネズミの食道にまで挿入した。(Plate 1~4 参照) 小スパーテルを用い一匹当

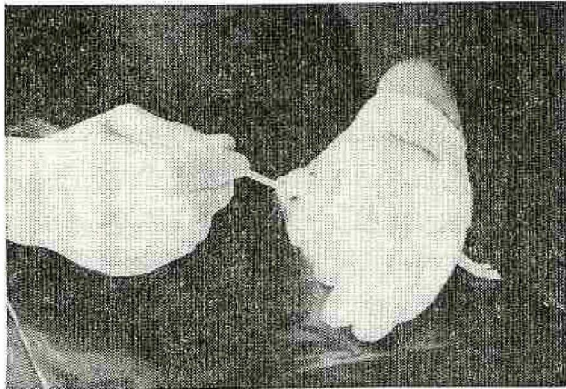


Plate 1 食道に投与管を挿入

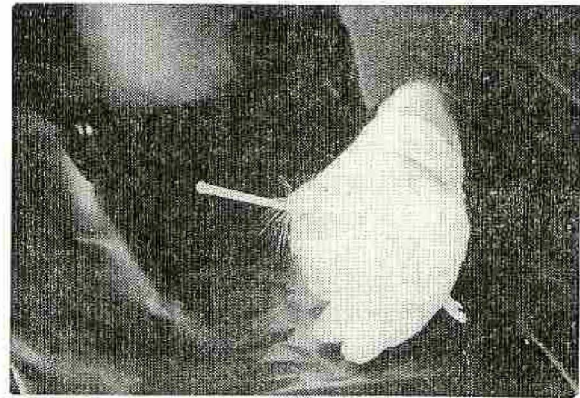


Plate 3 左手でシロネズミを保持

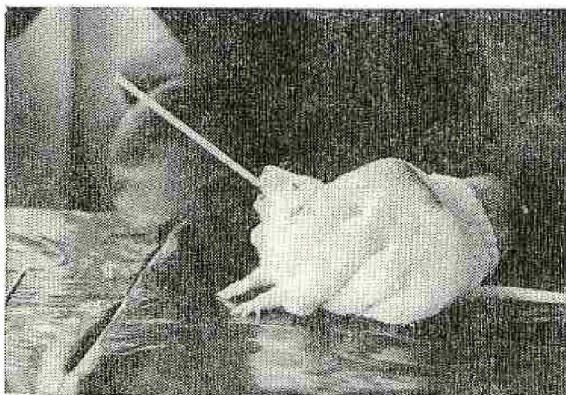


Plate 2 挿入した状態

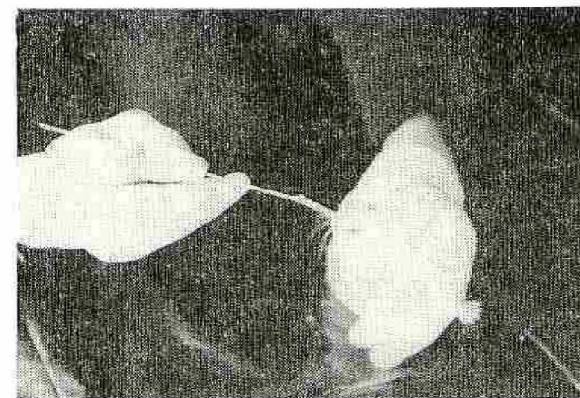


Plate 4 一定量の缶切り屑をスパーテル

り毎回約15mg (第1回実験), または約20mg (第2回実験) をそれぞれ24時間毎に2日間この管を介して強制投与した。投与量についてはあらかじめ繰返しスパーテル分を秤量し, 毎回の分取量がそれぞれ15mg, または20mgとほぼ均一となったのちシロネズミに与えた。従って実際の投与時の個々の投与量については秤量測定はしなかった。

7. 人工胃液による缶切り屑の溶解

試料缶切り屑 2mg を 150ml 容共栓三角フラスコにとり, 新たに調製し 37°C に加温した人工胃液 100ml を加え, 37°C に調整した恒温振とう機中で振とう反応させた。2時間後遠心分離した上

Table 1 Solubilities of the fragments in artificial gastric juice

Sample	Sample weighed	Metals detected in the supernatant			
		Tin	Lead	Iron	
Fragments (from cans)	2.0 mg	1.3 ppm	0 ppm	4.0 ppm	20 %
	2.0	3.3	0.4	4.6	23
Reduced iron powder (JP-VI)	2.0	Tr.	Tr.	20.0	99
	3.0	Tr.	Tr.	25.0	83
Control*	—	Tr.	0	0.2	—

Each sample was suspended in 100 ml of the artificial gastric juice and the suspension was kept at 37°C for two hours with constant stirring. After the reaction, the metals were analyzed.

* Artificial gastric juice.

清について、スズ、鉛、鉄量をそれぞれ測定した。対照として日本薬局方還元鉄を用いて同様に測定した。測定成績を Table 1 に示した。

またべつに缶切り屑2.4mg, 2.8mgあるいは10mgをそれぞれ500ml容共栓三角フラスコにとり、各フラスコに37°Cに加温した人工胃液400mlを加え、加温振とう反応させ、経時的に50mlずつを別の三角フラスコにとり遠心分離したのちその一定量を取り溶出鉄量を測定し、Fig 1 に示した。

8. 抽出したシロネズミ腸管内に缶切り屑を流下させた場合の状態

体重140gのシロネズミをエーテル麻酔下に開腹し小腸を摘出した。上部より約30cmをとり生理食塩水を流下させ内容物を除去し、約36°Cに加温した生理食塩水中に浸し、その上端を

引きあげ缶切り屑約10mgを小ロートを介して生理食塩水で流し込み、静かに腸管を引きあげて流下させ、さらに上端より生理食塩水を流下させ洗浄したのちアルコール中に一夜浸漬して変性固定した。腸管を縦に切開し内壁の状態を観察したところ、無数の切り屑が内壁に附着していたが、組織が変性しているため突きささっているか否かは識別できなかった。

9. 強制経口投与した場合

1) 体重140~150gのシロネズミ5匹を一群として空腹時(午後2時頃)缶切り屑約15mgを経口投与し、24時間後再び同様に投与を繰り返した。24時間後エーテル麻酔下に開腹し、食道より大腸末端まで摘出し、食道、胃、盲腸、小腸および大腸部をそれぞれ縦に切開して観察したところ、缶切り屑はいずれのシロネズミにおいても小腸中央部より下方に存在することを確認した。この際、缶切り屑のいずれもがその長径が腸管と平行した状態で分布していた。内壁をルーペおよび表面顕微鏡で観察したが、突きささった様子は認められなかった。大腸部においては糞形成のための脱水作用がみられ、上部では筒状、下方では明らかに鼠糞状を呈している。これらはいずれも外面は粘液で覆われており、ルーペで観察したところでは微細な缶切り屑がごくわずかに散見できる程度であった。しかしこれらをピンセットおよびスパーテルを用いて扱げると、いずれのシロネズミの場合も、中心部に長い大きな缶切り屑が所々に見られ、外周部になるに従って小さな屑が分布していることが観察された。各消化管は生理食塩水でじゅうぶん洗浄後、小腸は上中下各部より10cm、また大腸は回盲部より10cmをとり、それぞれ灰化し鉄量を測定し、その成績を Table 2 上欄に示した。

2) 体重200~225gのシロネズミ5匹一群とし、前回と同様に缶切り屑を強制経口投与し、24時間後に消化管を摘出して観察した。缶切り屑投与群では前回と同様に小腸中部以下にその存在が認められ、大腸内の状態も前回のそれとほぼ同じ状態であった。この場合も臓器内壁に突きささったような形跡は認められなかった。前回と同様に処理した臓器、ならびに血液中の鉄量を測定して Table 2 の下欄に示した。

以上の実験成績より投与群と対照群との間に鉄含量の著差は認められなかったが、両実験の間では著しく鉄量の差が認められた。この差異の一原因として組織に付着した血液の洗浄除去程度の相

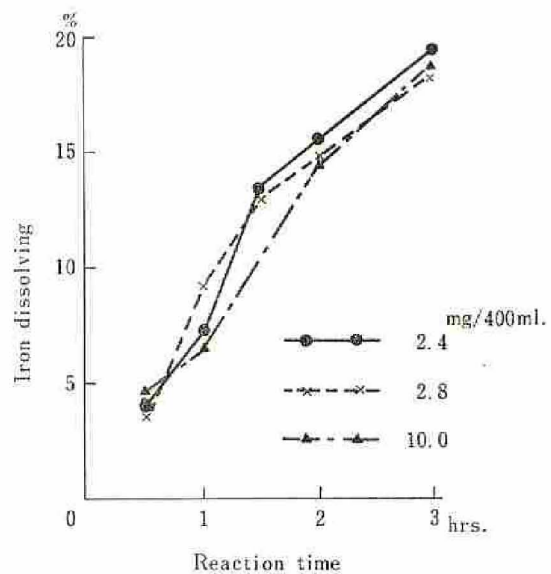


Fig. 1 Iron dissolving from the metal fragments in artificial gastric juice.

Table 2 Iron contents in digestive organs of rats after oral administration of the fragments.

A									
Group	No	Body weight	Gullet	Stomach	Small intestines *			Large intestines	
					Upper	Middle	Lower		
Administered with the fragments.	1	140 ^g	2.5 ^{μg}	53.5 ^{μg}	15.6 ^{μg}	14.8 ^{μg}	6.1 ^{μg}	9.8 ^{μg}	
	2	140	2.4	12.0	18.2	10.8	7.6	9.3	
	3	150	2.5	13.0	15.3	8.5	6.3	11.6	
	4	145	2.1	20.0	30.7	15.0	6.7	8.3	
	5	140	1.8	13.5	35.5	12.8	7.3	12.3	
	Av.	143	2.3	22.3	23.1	12.4	6.8	10.3	
Control	6	135	2.0	15.0	15.0	12.0	7.5	11.2	
	7	145	4.0	12.0	13.0	10.0	8.4	9.5	
	8	140	2.5	13.0	14.0	10.5	6.8	8.9	
	9	140	2.0	18.0	14.0	12.5	8.3	13.0	
	10	145	2.0	14.0	18.0	12.0	6.2	10.5	
	Av.	141	2.5	14.4	14.8	11.4	7.4	10.6	
B									
	No	Body weight	Gullet	Stomach	Small intestines*			Large intestines	Blood
					Upper	Middle	Lower		
Administered with the fragments.	11	220 ^g	6.1 ^{μg}	21.2 ^{μg}	32.0 ^{μg}	19.2 ^{μg}	11.0 ^{μg}	19.7 ^{μg}	355 ^{μg/g}
	12	230	4.8	20.7	25.5	20.4	11.6	22.2	355
	13	215	5.6	22.2	35.5	37.2	13.0	18.2	360
	14	200	5.1	19.7	45.0	—	16.5	11.2	—
	Av.	216	5.4	20.9	34.4	25.6	13.0	17.8	357
Control.	16	220	4.4	19.5	22.2	18.5	13.3	18.1	355
	17	210	3.6	17.2	16.0	17.3	11.6	15.8	358
	18	200	5.2	21.0	19.1	16.5	10.8	18.0	355
	19	210	5.8	20.4	19.5	16.9	9.8	17.7	362
	20	205	5.8	20.0	21.0	16.5	11.0	20.0	360
Av.	209	5.0	19.6	19.6	17.1	11.3	17.9	358	
**	36	215	35.0	61.0	48.5	32.8	27.2	40.0	—

Each digestive organ was washed with physiological salt water after incision.

* Small intestines were divided into three parts, 10 cm portions of which were analyzed.

** Control organ + a piece of the fragment.

違に基づくものと考えられたので、つぎの実験においてはこの点を考慮して操作した。

10. 強制経口投与後さらに飼育した場合の発育と消化管に及ぼす影響について

体重 120 g 前後のシロネズミ 15 匹を任意に 10 匹および 5 匹の 2 群に分け、10 匹一群を投与群、他の 5 匹を対照群とした。投与群には空腹時に前回と同様に操作して銜切り屑 20mg を 2 日間連続して経口投与した。対照群にはパイプを投与群と同じように挿入する操作のみを行なった。その後両群は再び飼育箱に移し飼料および水を与えて 60 日間飼育し、その間 3 日ごとに体重の測定を行なったが、両群の発育体重増加曲線に差異は認められなかった。60 日間飼育後 1 日当たり 2 匹または 3 匹

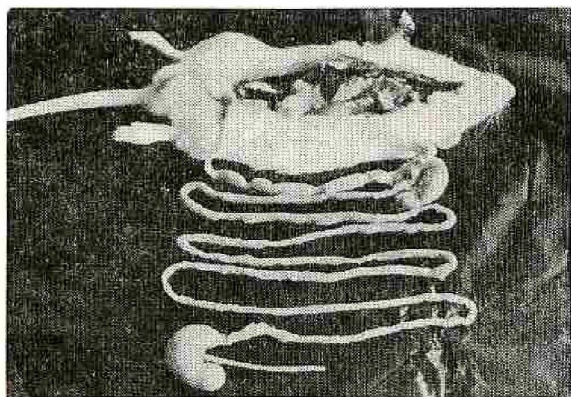


Plate 5 切開摘出した消化管



Plate 6 心臓にカニューレーを挿入して生理食塩水で灌流して除血

の割合で順次エーテル麻酔下に開腹し、心臓にカニューレーを挿入し、他方、静脈を切断したのち約60cmの高さから生理食塩水を流下させ、25分~30分間灌流した。このさいまず肝臓が白色ロウ状となり、かなり時間が経過してから胃外壁、盲腸周縁の毛細血管が透明となり、最後に腸間膜毛細血管が透明となるが、さらに数分間灌流を続けた。ついで消化管を摘出し、食道にカニューレーを挿入し生理食塩水を約60cmの落差で流下させ、内容物を圧出させたのち各消化管ごとに切断切開し内壁をルーペおよび表面顕微鏡で観察したが、いずれのシロネズミにおいても全く異常は認められなかった。各臓器について鉄量を測定し Table 3 に示した。

Table 3 Iron contents in irrigated digestive organs of rats after oral administration of the fragments.

Group	No	Body Weight	Gullet	Stomach	Small intestines	Caecum	Large intestines
Administered with the fragments.	21	460 ^g	5.0 ^{μg}	17.0 ^{μg}	113.0 ^{μg}	16.0 ^{μg}	17.0 ^{μg}
	22	470	3.0	20.0	123.0	21.0	25.0
	23	455	4.0	18.0	131.0	19.0	22.0
	24	480	5.0	22.0	129.0	19.0	21.0
	25	455	5.0	20.0	112.0	22.0	16.0
	26	470	5.0	18.0	122.0	14.0	01.2
	27	465	3.0	20.0	116.0	17.0	19.0
	28	445	3.0	17.0	84.0	16.0	16.0
	29	460	3.0	20.0	117.0	21.0	18.0
	30	470	5.0	24.0	116.0	22.0	23.0
	Av.	462	4.1	19.6	116.3	18.7	19.8
Control	31	460	4.0	18.0	115.0	15.0	15.0
	32	480	4.0	19.0	126.0	22.0	24.0
	33	445	4.0	19.0	130.0	20.0	22.0
	34	465	5.0	24.0	115.0	25.0	17.0
	35	470	3.0	20.0	113.0	18.0	20.0
		Av.	464	4.0	20.0	119.8	20.0

Twenty milligrams of the metal fragments were administered to male rat for two days and fed on ordinary diet for 60 days.

The digestive tract was irrigated with physiological saline solution after dissected.

考 察

缶詰食品はその構造上何らかの手段を用いて開缶しなければこれを利用することはできない。はじめに述べたように缶切りの多くは缶蓋ブリキを破断する方法がとられているためかなりの無理があることは当然予知できるが、これに対する検討はほとんどなされていなかった。そのため今回日本缶詰協会が中心となって缶切りの安全対策についての検討が企てられ関係機関で検討が進められることとなり、本研究もその一環をなすものである。

缶切り屑の生成について考えると、缶切り材質の良否、刃の形状、角度および鋭利度とともに他方開け方の双方に問題があるため、これらについては他の機関で検討が進められている。当所においては東洋製罐株式会社技術本部において、市販の缶切り十数種類を用いて多数の缶を開缶し、集められた缶切り屑を試料として動物に投与した場合の影響について観察することとした。

これら缶切り屑が体内に取り込まれた場合まず胃液の作用を受けることとなる。それゆえ人工胃液による溶解挙動を日本薬局方還元鉄と比較検討した。還元鉄を顕微鏡下で観察すると、その粒子の大多数は径約0.4mm以下の粒状で表面状態が極めて荒いことがわかった。37°Cに加温した人工胃液中での2時間の振とう反応でそのほとんどが溶解したのに反し、缶切り屑の場合では、反応量の多少に関係なく20%以下の溶解率であった。これは材質がち密な鋼であることによると考えられる。溶出液についてスズおよび鉛量の測定をも行なったが、スズは微量であり、鉛については一試料においてのみ検出された。これは試料中にサイドシームのフランジ部の切り屑の混入によるものと考えられる。以上の事実より人体内に摂取された場合について考えると、胃内にまで送り込まれた缶切り屑はその幾らかは溶解するが、残部は胃以降の臓器に送り込まれるものと判断できる。そこでモデルとして摘出したシロネズミの小腸管を用い、物理的に缶切り屑を生理食塩水で流下させたのちの小腸管内を観察したが、洗浄によっても流れず腸管内面の褶曲部に留まっているものが多く認められた。しかしこれらが突きささっているかどうかは不明であった。切り屑が留まったのは死亡した腸管で蠕動運動がないためと、一方腸管内容物がなかったためとによると考えられた。

次いで24時間ごとに2回連続して経口投与し、腸管末端を経て切り屑の排泄が明らかに認められた24時間後(最初の投与時より48時間後)解剖し、臓器を縦に開き、缶切り屑の存在状態を調べたところ、総てのシロネズミの小腸中部以降に存在することが判明した。腸管内容物、糞について調べるとすでに実験の部、で述べたように缶切り屑の長径が腸管と並行に存在したことが、糞の中央部に大きな屑が、また外周部になるに従って小さな屑が存在し、自然的な防禦機能がよく現われていた。内容物を静かに除去した後の消化管内面を調べたが突きささったかどうかは不明であった。そこでこれらの臓器の鉄量を測定することにより内壁面への缶切り屑の付着を証明しようと試みた。このさい小腸内での切り屑の分布に差がみられたため小腸のみ3部分のそれぞれ約10cmについて測定した。Table 2でみられるように、各組織の鉄量は小腸上部を除いて対照群のそれとほとんど差異が認められなかった。小腸上部に鉄の多いのは胃内で鉄の一部が溶解すること、および一般に鉄の吸収がこの部分でおこることを合わせ考えると説明できる。なおTable 2に示した実験では、組織を摘出したのち生理食塩水で洗浄したのみであったため組織および付着した血管中の血液が除去されていない。それゆえ念のため血液中の鉄量を測定したところ、かなり高い鉄含量であり、血液の充分な除去が必要であることがわかった。また缶切り屑を投与していないシロネズミの消化管をさきと同様に摘出、洗浄後缶切り屑の微少細片の一片を加えて、灰化处理し鉄量を測定したのがTable 2-b 下欄の値である。この値から考えもし投与群の組織中に切り屑が残存すれば鉄量は明らかに増加すると考えられる。このことからTable 2の各測定値を検討するとNo 1の胃の鉄量が多いが、この原因については血液の付着が多かったためである。

缶切り屑を投与後切り屑が組織につきささった場合、長期飼育中に組織の修復作用により埋没され、あるいは肉芽状となったのち場合によっては剝離することも考えられるので、幼シロネズミに強制投与後60日間飼育し、その間の発育状態を観察したが、対照群と全く差異は認められなかった。組織中の血液を灌流除血し、臓器を摘出し、さらに消化管内容を洗い流したのち切開して内面を詳細に観察したが、異常は認められなかった。また各消化管の鉄量を測定したが Table 3 に示したように対照群と差が認められないことにより、これら缶切り屑は動物に影響しないものと考えられる。

以上の実験成績をまとめて検討すると、缶切りにより発生する切り屑の量は、1缶当たり0.1~1mgで、最も悪い条件で約2mgである。この約10倍量をシロネズミに経口投与したのち短時間経過後、もしくは長期間飼育後解剖し消化管を摘出し、その内面状態および鉄含有量を測定したが、対照群との差異は認めることはできなかった。実験例数が少ないこと、投与条件、あるいは飼料組成などの影響も考えられる上、動物での場合を直接人の場合に当てはめることはできないが、通常の場合には大きな影響はないものと考えられる。なお現実的問題として、切り屑発生量の少ない缶切りの開発、普及が必要と考える。

本実験を実施するに当り試料缶切り屑の提供をうけた東洋製罐株式会社技術本部に深謝する。

文 献

- 1) FDA Fact Sheet "Some Questions and Answers about Canned Foods" Jan. 1971.
- 2) NCA Laboratory Memorandum. "Design and Performance of Canned Openers" Dec. 11, 1961.
- 3) 第7改正日本薬局方第1部解説書 P B-179 (昭36) 広川書店.