

かん詰食品中の溶出スズに関する研究—Ⅱ

シロネズミの発育におよぼす水溶性スズの影響

堀 尾 嘉 友・福 楽 緑

Studies on Dissolved Tin in Canned Foods (II) Influence of Tin on Growth of Rats

Takatomo Horio and Midori Fukura

Reports on the toxicity or effects of stannous salts, such as chloride, tartarate or acetate on growth rate of animals have been published but few on the effects of dissolved tin in canned foods. It was in two forms of chemical status, soluble and insoluble. The purpose of this paper is to describe the effect of soluble tin in canned juice model on the growth rate of rats and accumulation of tin in rat tissues. Canned juice model was prepared by packing 0.4 percent citric acid solution, pH 3.5, at room temperature. After one-year storage the content was concentrated in vacuo to about half of the original volume to contain 350 ppm tin. The aliquots of the concentrated juice samples were transferred into glass ampoules and sterilized at 120°C for 20 minutes. As the controls 0.8 percent citric acid solution, pH 3.6, or distilled water were used. These test solutions were orally administered to male rats (Wister strain) daily for 60 and 91 days. Neither growth inhibition of the animals administered with tin, nor accumulation of tin in liver, kidney, spleen and blood of rat were observed.

前報¹⁾でも述べたように無塗装かんを使用した果汁、果実蔬菜等のかん詰では常に少量のスズの溶出がおこり、これがかん詰食品の品質保持に重要な役割りを果している。かん詰食品中の溶出スズには、水溶性および不溶性スズが存在することは Bigelow²⁾ らにより報告され、われわれもその事実を認め報告した。

スズの毒性に関しては種々報告がみられるが^{3), 4), 5), 6), 7), 8)}、その多くは塩化スズ、酒石酸スズ、酢酸スズ等のスズ塩を用いたものであり、その他溶出スズ量の多いカボチャかん詰、アスパラガスかん詰を対象とした実験報告がなされている。しかし前者におけるスズ塩は、かん詰食品中の溶出スズとその性質、挙動が若干異なっている⁹⁾。また後者のばあいには、われわれの前報¹⁾での実験成績から考え、不溶性スズの含有量が問題である。他方、近年しばしば発生した、かん詰食品の溶出

スズに基づくとされた一過性の食中毒¹⁰⁾が、主としてジュースかん詰の摂取によるものであったことから、水溶性スズのみを含む、ジュースモデルかん詰の溶出スズをシロネズミに連続経口投与を行ない、発育におよぼす影響と、2・3の臓器中のスズ量の測定を行なったので報告する。

実 験 の 部

1. 投与試料、実験動物、測定方法

1-1. 投与スズ溶液および対照液並びに投与法

0.4%クエン酸水溶液に水酸化ナトリウム液を加えpH3.5となし、冷時HDブリキで作られた無塗装の5号かんに充てん巻締めを行ない120°20分間殺菌、冷却後室温に1年間貯蔵したかん詰25かんの内溶液を合わせ、減圧濃縮して $\frac{1}{2}$ 量となし、50ml容ガラスアンプルに充てん熔封し120°20分間滅菌後室温に貯蔵した。本液のpH3.6、溶存スズ量は350ppmであった。対照液として同一クエン酸の0.8%水溶液をpH3.6となし、ガラスアンプルに充てん殺菌後室温に貯蔵した。これらの液は実験1においては毎日午後、一定時にシロネズミの外観状態運動性の観察、および体重の測定を行なったのち、また実験2においては日曜日を除く毎日、午前8時30分頃に外観状態、運動性の観察、体重測定を行ない、一方飼料および水を飼育かごより除去し、午後4時頃にそれぞれ、経口投与針を用いて投与し、飼料および水を与え飼育した。

1-2. シロネズミ、飼料および水

ウィスター系シロネズミ雄を一匹ずつかごに入れて飼育した。飼料はオリエンタル固型飼料MFを用い、水道水を与えた。飼料および水は自由に摂取させた。

1-3. スズ測定方法

試料を乾式灰化し、塩酸(1→2)を加えて水浴上で蒸発乾固したのち、2M-NH₄Cl・2N-HCl等容混液よりなる支持電解液に溶解し、ク形波ポーログラフ法により-0.48V附近の波高を測定し算出した。

2. 飼 育 実 験 1

この実験においては5月初めより7月上旬に至る間、普通室内で飼育した、体重90~100gのシロネズミを1週間馴致飼育したのち、5匹ずつほぼ同程度の体重の2群に分け、主験群および対照群となし、主験群にはスズ溶液を、対照群には主験群に投与したと同量のクエン酸溶液を毎日投与した。これらの溶液の投与量はシロネズミの成長とともに増量したが、体重の増加度とは正確に対応させなかった。60日間の連続投与後各群の2匹は組織標本作成用に使用した。各群残り3匹について肝臓、腎臓、脾臓および血液を採取しスズ量を測定した。スズの投与総量は34mgであった。

各群の体重増加曲線の平均値並びに各群の体重の最大値、最小値幅を縦線としてFig. 1に、また臓器スズ量の測定に供した各群3匹の経口投与開始時、1月後、2月後の体重および臓器重量を

Table. 1 に、またスズ含有量測定成績を Table. 2—5 に、血液についての観察成績を Table. 6 に示した。

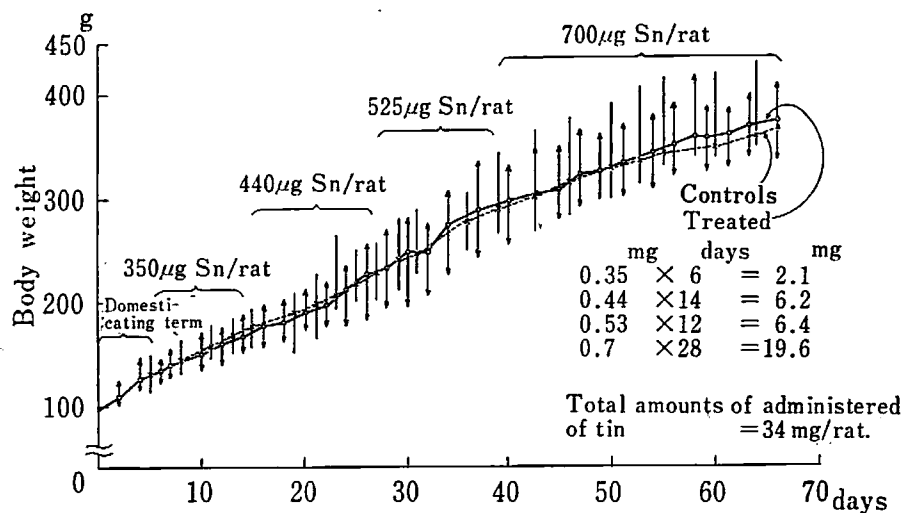


Fig. 1 Growth of rats after oral administration of tin.

Increasing amount of concentrated canned juice model was administrated to male rats (5 Wister strain animals in each group) by bougie during 60 days.

Plotted are average body weight of rats in the treated (○) and control (×) groups. Maximum and minimum Values obtained are shown at the tops and bottoms of the segments of the vertical lines. Except for tin rats were fed on regular diet.

Concentrated canned juice model: Citric buffer (0.4 percent citric acid solution pH 3.6 with sodium hydroxide) was canned and stored for one year at room temperature, and concentrated to the tin concentration of 350 µg/ml. Concentrated citrate buffer solution of same concentration was used for the control animals.

Table 1 Weight of body, liver, kidney and spleen of rat

Animals	No	Body Weight			Liver	Kidney	Spleen
		Initial	After 1 month of doses	After 2 month of doses			
Controls	3	145 ^g	290 ^g	375 ^g	14.19 ^g	3.02 ^g	0.96 ^g
	4	135	260	361	17.16	2.71	1.03
	5	125	245	349	14.04	2.52	0.89
Treated	3'	135	280	363	14.96	3.07	1.16
	4'	125	275	369	14.67	2.98	1.28
	5'	145	275	355	14.63	3.20	1.31

* Tin solution was orally administered during 60 days (see Fig. 1).

Table 2 Copper and tin contents in liver of rat orally administered with tin

Animals	No	Weight of liver	Copper content		Tin content	
			µg/g	gross amount µg	µg/g	gross amount µg
Controls	3	14.19 ^g	30.7	436	0.15	2.1
	4	17.16	28.4	488	0.05	0.9
	5	14.04	30.6	430	0.06	0.8

Treated *	3'	14.63	27.1	405	0.17	2.6
	4'	14.96	27.9	410	0.06	0.9
	5'	14.67	32.1	470	0.08	1.1

* Tin solution was orally administered during 60 days (see Fig. 1).

Table 3 Copper and tin contents in kidney of rat orally administered with tin

Animals	No	Weight of kidney	Copper content		Tin content	
			$\mu\text{g/g}$	gross amount μg	$\mu\text{g/g}$	gross amount μg
Controls	3	3.02 ^g	6.2	18.8	0.25	0.8
	4	2.71	7.2	19.5	0.19	0.5
	5	2.52	5.2	13.0	0.2	0.5
Treated *	3'	3.07	4.0	12.2	0.24	0.8
	4'	2.98	7.1	21.0	0.32	0.95
	5'	3.20	4.1	13.0	0.39	1.25

* Tin solution was orally administered during 60 days (see Fig. 1).

Table 4 Copper and tin contents in spleen of rat orally administered with tin

Animals	No	Weight of spleen g	Copper content		Tin content	
			$\mu\text{g/g}$	gross amount μg	$\mu\text{g/g}$	gross amount μg
Controls	3	0.96	1.8	1.7	0.31	0.3
	4	1.03	1.7	1.7	0.15	0.15
	5	0.89	1.4	1.2	0.40	0.34
Treated *	3'	1.16	—	—	—	—
	4'	1.28	1.4	1.8	1.0	1.3
	5'	1.31	1.9	2.5	0.34	0.45

* Tin solution was orally administered during 60 days (see Fig. 1).

Table 5 Copper and tin contents in blood of rat orally administered with tin.

Animals	No	Copper content $\mu\text{g/g}$	Tin content $\mu\text{g/g}$
Controls	3	0.8	0.1
	4	1.1	0.1
	5	0.7	0.2
Treated *	3'	0.4	0.3
	4'	1.1	0.1
	5'	0.7	0.1

* Tin solution was orally administered during 60 days (see Fig. 1).

Table 6 Blood figures of rat orally administered with tin

Animals	No	Erythrocyte	Leucocyte
Controls	1	975×10^4	5000
	2	1089×10^4	3400
Treated *	1'	1082×10^4	2900
	2'	1186×10^4	5200

3. 飼育実験 2

この実験においては6月初めより9月20日までの間、飼育した。但し7月7日より9月20日に至る間は 25°C に保持した飼育室において飼育した。前記実験1においてはスズ投与量が体重の増加度と正確に対応していない点と他方経口投与による器機的刺激の発育におよぼす影響をも考慮し、実験1における2群のほかに対比実験群として水（蒸留水）投与群を設定した。

体重 60g 前後のシロネズミ20匹を使用し馴致飼育した。飼育開始5日目に一匹が死亡したため馴致飼育期間を通算 14日間行なったのち、同程度の体重のものが各群にほぼ均等に分布するように 6, 6, 7 匹よりなる I ~ III 群に分け、それぞれ水投与群、クエン酸溶液投与群およびスズ投与群

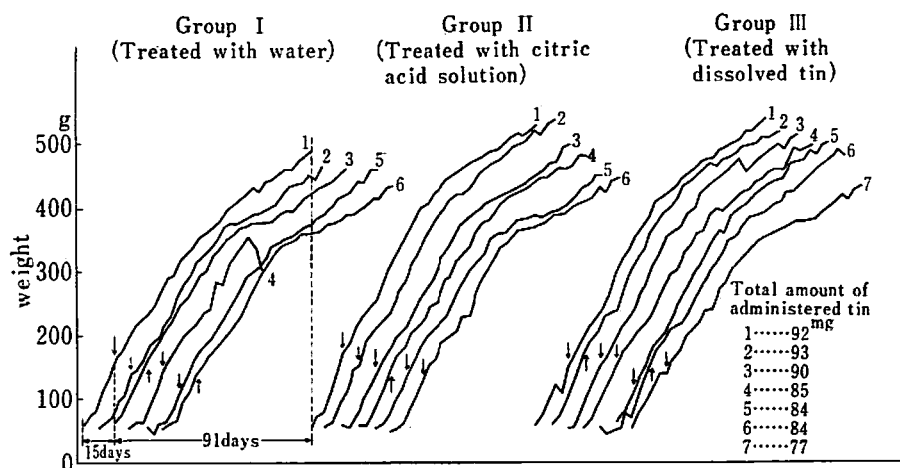


Fig. 2 Growth rate of rat after oral administration of tin.

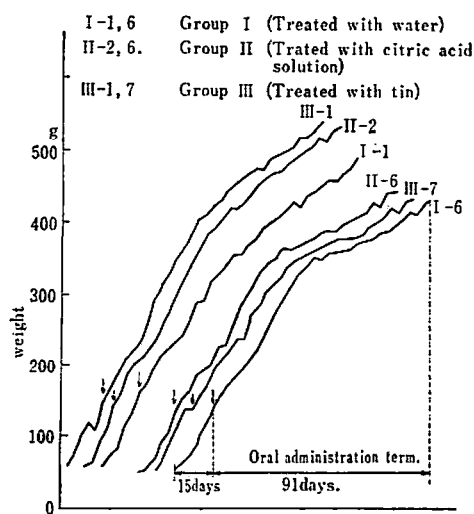


Fig. 3 Comparison of growth rate of rats administered with tin. Largest and smallest weights of animals in each group were plotted.

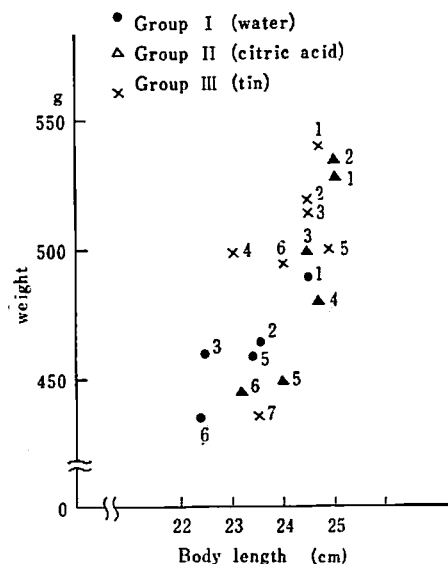


Fig. 4 Correlation between body weight and body length after treated for 91 days.

となし、第Ⅲ群（スズ投与群）には 3mg/kg の割合でスズ溶液を、第Ⅱ群には同様にクエン酸溶液を、第Ⅰ群には水をそれぞれ投与し、91日間飼育した。第Ⅲ群に対するこの間のスズ投与総量は93~77mgであった。各群の個々の体重曲線を Fig. 2 に、また发育状態の比較を容易にするため、各群中の成育の最も良いものと悪いものの体重増加曲線をまとめて Fig. 3 に、また体重とエーテル麻酔を行なった直後の体長（鼻尖端より肛門まで）との相関を Fig. 4 に示した。

考 察

かん詰食品中の溶出スズには、不溶性スズと可溶性スズが存在することは、前報においても述べたりが、かん詰食品の溶出スズによるとされた食中毒例は従来の報告^{6),7),10),11),12)}から可溶性スズによると考えられる。またひとが多量にスズの溶出したジュースかん詰を摂取したさいにおこすと言われる嘔吐現象については川城、田辺¹⁰⁾、大森、高仲¹¹⁾らにより報告されている。今回はかん詰溶出スズに関する研究の一環として水溶性スズをシロネズミに強制経口投与したさいの体重増加、发育におよぼす影響と、臓器中にスズの蓄積がおこるか否かについて検討を試みた。可溶性スズのモデルとして、pH 3.5 としたクエン酸溶液のかん詰の貯蔵により溶出したスズ溶液を用いた。投与量、投与濃度等の条件については、毒性実験の観点から種々考えられるが、従来の報告^{10),12)}からひとにおいて問題となったスズ濃度を選び 350ppm 附近の濃度で検討することとし、いわゆる短期毒性実験と言われる60~90日間を試験期間として連続投与を行なった。実験1においては予備的試験として実施したため各群の個々の体重を示さなかったが、実験1、2を通じ、スズ投与群とクエン酸溶液投与群との間に体重増加の差異は認められなかった。正確な飼料摂取量を測定していないため断定することはできないが実験2において実験末期のみの飼料摂取量の測定結果では水投与群の飼料摂取量が他の2群より僅かに少なかった。そのためと考えられるが、Fig. 4に見られるように水投与群の体長、体重とも他の2群より小さい。この原因は不明であるが、ただ経口投与時の投与者の一人の観察では、水投与群のシロネズミは、経口投与を避けようとする動向があったのに反し、スズあるいはクエン酸溶液投与群ではむしろ積極的であったとさえ見受けられた。

次に臓器、血液中のスズ含有量については対照群とスズ投与群との間にほとんど差異が認められず、臓器によっては対照群に多いばあいも認められた。今回の分析例が少ないため断定することは危険であるが、スズは天然に動植物組織中に微量存在することが知られている^{13),14)}ほか、Schroeder¹⁵⁾らはひとの臓器中に数 ppm のスズの存在を報告していることからみて、今回の実験でのスズ投与群のこれら臓器にスズの蓄積がおこったとは認められない。他の臓器におこるかどうかにについては今後検討したい。糞尿中の排泄量についても測定したがそのほとんどは糞中に排泄された。これらの点については組織学的な観察結果とともに次報で報告したい。

総 括

ジュースモデルかん詰の溶出スズ溶液をシロネズミに連続60日または91日強制経口投与を行ない

体重増加度、発育におよぼす影響について調べた。スズ投与群の発育および体重増加度は対照群と比較して差異は認められなかった。スズ投与後の一部のシロネズミの肝臓、腎臓、脾臓 血液中には著しいスズの蓄積は認められなかった。

本実験を行なうに当り、シロネズミの飼育について御便宜を計られた大阪大学医療技術短期大学部八鹿寛二教授に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 堀尾嘉友, 岩本喜伴, 小村様子: 食衛誌 11, 147 (1970)
- 2) W. D. Bigelow: J. Ind. Eng. Chem 9, 144 (1917)
- 3) H. O. Calvery: Food Research. 7, 313 (1942)
- 4) F. W. Tanner, and L. P. Tanner: Food-Borne Infections and Intoxications. The Garrard Press, Chosupaign, Ill., 2nd Ed. p726 (1953)
- 5) Echardt: Z. Unters. Lebensm. 18, 19 (1909)
- 6) H. Cheftel: The Codex Alimentarius Committee of Food Additives. Hague Sep. 11—15 (1967)
- 7) J. Seifter, and E. S. Rambosek: J. Laboratory Clinical Medicine 28, 1344 (1943)
- 8) 綾野雄幸: 缶詰時報, 39, (2) 54 (1960)
- 9) 堀尾嘉友: 未報告
- 10) 日本食品衛生協会発行, 食品衛生研究 16, (9) 871 (1966)
- 11) 大森義仁, 高仲正, 池田良雄, 隆矢強: 日本薬理学雑誌 61, 77 (1965)
- 12) 日本食品衛生協会発行, 食品衛生研究 14, 53 (1964)
- 13) 日本薬学会協定衛生試験法注解, P 313 (1965) 金原出版株式会社
- 14) 山田幸孝: 食品中の微量元素 P 34 (1962) 日本食品衛生協会
- 15) H. A. Schroeder, J. J. Balassa, and I. H. Tipton: J. Chron. Dis. 17, 483 (1964)