



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	人工甘味料，特にサッカリンの砂糖代替品としての位置付けについて：明治以降の使用変遷を手掛りとして
Author(s)	光武，幸
Citation	北海道大学大学院環境科学研究科邦文紀要，2，1-31
Issue Date	1986-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/37073
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_1-31.pdf



人工甘味料，特にサッカリンの砂糖代替品 としての位置付けについて

—— 明治以降の使用変遷を手掛りとして ——

光 武 幸

社会環境学専攻社会法講座

目 次

は じ め に	1
I. 「人工甘味質取締規則」	2
(1) サッカリンの伝来	2
(2) サッカリンに対する行政の対応	4
(3) 「人工甘味質取締規則」制定の意図	4
II. サッカリンは砂糖の代替品か	8
(1) 「人工甘味質取締規則」下におけるサッカリンの使用状況	8
(2) 砂糖代替品としてのサッカリン —サッカリンの砂糖に対する優位性—	9
III. 食品添加物としてのサッカリン	
戦後におけるサッカリンの使用変遷	13
(1) 終戦直後の甘味料を取り巻く状況	13
(2) サッカリンに対するアメリカの動きとそれに関連した我国の対応	14
イ) アメリカにおけるサッカリン規制の経緯	18
ロ) 我国の規制の動き	21
IV. 今，なぜサッカリンなのか	26
(1) サッカリンの科学的評価	26
(2) サッカリンの必要性 —我々にもたらす利益とは—	27
むすびにかえて	30

は じ め に

本稿は、サッカリンの使用を規制すべきか否か、という点につき、もし、規制の必要が認められるべきであるとするれば、それはどのような理由によって、どのような方法で為されるべきかを、これまでに公にされた自然科学の領域の成果をもふまえて、社会科学の立場から検討しようとするものである。

周知のように、サッカリン¹⁾は1879年ドイツ人 C. Fahlberg とアメリカ人 I. Remsen の2人が、オルソスルファミノ安息香酸の製造研究中に偶然発見したものであり、砂糖の300-500倍の甘さを持つ。ドイツとアメリカにおいて特許がとられ、1884年にはニューヨークで85年にはロンドンで市場に出た。それから100年、サッカリンはわが国において、その間約40年にわたって食品への使用が公に禁止された時代があったにもかかわらず、われわれの身近にあり続けている。それは、サッカリンの持つ特性がわれわれに何等かの利益を持たらすものであったからなのか、それとも社会的要請が事実上存在したためなのか。これらの点を明治以降

の使用変遷の中から明らかにすることは、サッカリンという物質が、われわれにとって如何なる地位に在るものか、つまり、サッカリンの必要性を判断する一つの指針を提供するものと考え。

食品添加物の安全性を議論する論文は数多くあるが、添加物がわれわれにとって必要であるのか（あったのか）否か、検討した論文²⁾はほとんど見あたらない。必要性を議論しなければならない背景には、化学物質が安全であるか否かを判断することが現在の科学を以てしても大変難しく、その上食品添加物の如く少量づつ継続的に摂取される場合にはさらに判断が難しいからである。高度に発達した科学技術を使用しての実験結果に基づいての判断でさえ多くの人々を納得させえない現状では、自然科学の範囲をこえた価値判断の問題をも必然的に検討しなければならないのではなかろうか。つまり、食品添加物を用いることによって、人々の何かなる利益が守られるのか、あるいは損なわれるのか、といった価値判断なくして添加物の安全性を議論しても、多くの人達を納得させえないと思われる。もちろん、毒性が強く自然科学の実験結果からだけで判断しうる場合もあるが、サッカリンの如く毒性が弱い場合には、実験結果だけをどのように議論しても安全性判断に多くの人達の共感を呼ぶことは出来ない。そこには、人々の価値観を投影した議論が必要とされる。

サッカリンの安全性に関しては、サッカリンが食品に使用され始めた時から問題にされてはいたが、サッカリンが人間に対して有害である、という科学的証拠に照らして使用禁止措置をとった国は、戦前においてはほとんどない（わずかにフランスなど2, 3カ国）。わが国では明治34年「人工甘味質取締規則」により、販売の用に供する食品へのサッカリンの使用を全面的に禁止したが、わが国が安全性を問題にして禁止したのでないとしたら、一体如何なる理由によって禁止する必要があったのか。そして、禁止にもかかわらず、また、天然甘味料である砂糖が存在するにもかかわらずサッカリンが使用され続けたのは、砂糖の代替品としての役割を担っていたと見ることが出来るのか。さらに、昭和40年代後半、アメリカ、カナダの研究報告³⁾を契機にサッカリンの発癌性がクローズアップされ、世界中を巻き込む論争となったが、終戦直後の甘味料欠乏時と異なり、砂糖はじめ多くの甘味料が存在するときに、発癌性の故をもってサッカリンが使用禁止になるかもしれないことが、何故一大センセーションを巻き起こす程の影響力を持ちえたのか。これらの点の検討を通して、サッカリンが我々にとって如何なる地位にあるのか、つまり、我々にとってサッカリンは必要なものであるといえるのか、規制の対象外の物質として妥当なものであるといえるのか、一つの考察を試みるものである。

I. 「人工甘味質取締規則」

(1) サッカリンの伝来

アメリカ、ジョズボプキンス大学において、実験中偶然に発見されたサッカリンが、わが国に持たされたのは明治20年頃と推定され、明治21年初めには毎日新聞紙上⁴⁾において「コールドールから甘味料」という題で紹介が行われている。「科学の進歩に連れ、今度コールドール中より砂糖を製出することを発明したり。その砂糖は甘味はなほ強くして、最少量をカフィー碗に混ざるも、甘きに過ぎて飲むこと叶わざるほどなり。……このコールドールを以て、砂糖を製造するの発明ありたる上は、早晚、砂糖製造業に大変動を生ずべし」という。同年、衛生専門雑誌では「新甘味質として近時化学社会に有名なるサッカリンは将来の實用上益々著大の進歩をなすべき見込ありて其遂に砂糖を壓倒するに至るときは農業上工業上又は政府の税源上非常の大変革を来すの恐れあるべし夫れに兎に角衛生上にはサッカリンを砂糖に代ゆるも敢て生体上に利害なきや否やに次て起るべき問題なれば往々此點に就きて研究したるものなきにあらねど先づ無害なるべしと假定せる位にして常に之を食用に供して差支なきや否やに關しては未だ明白の答辭あるを聞かす……佛國巴里府の警視總監はサッカリンを尋常の糖汁即ち舎利別（シロップ）に附加するもの多きを探知してより衛生上の問題亦放置す可からざるを感し中央衛生會にその害否を諮問したるに同會は著明の化學者衛生家より出づる特別の委員に托して検査中との事」⁵⁾との紹介文を掲載している。

当時早くもサッカリンが砂糖に代替しうる可能性のある物質であると考えられており、しかも砂糖同様に高率関税の対象とされていたようだ。だが、衛生上の問題、つまり安全であるか否かという点については、わが国はもとより西欧諸国においてさえも有害、無害論（表 I.1 参照）が飛びかい、当時の科学的水準（病理組織学的検討はほとんど含まれていない）を以てしても安全性を立証しえない状態であった。このような状況にもかかわらず、わが国でははやくもサッカリン使用を促すかのように、日本橋濱町の醸造業者がサッカリンを甘精と名付け、販売広告を雑誌に掲載している。甘精は「第一 無臭純白にして非常に爽快たる甘味を有する 第二 大に防腐性を有しバクテリア発生を防ぐ 第三 大に防醎酵性を有し原品の香味を保つに妙なり 第四 全く無害にして糖尿病患者等には却て特效あり 以上の特性を有するを以て醬油、酒類、菓子、製菓種々の目的に使用して其效を収むることを得……日本全国一手大販賣の特約を結ぶ……因に此甘精を實驗するに醬油壺石に付 壹匁五分乃至貳匁 酒壺石に付 八分乃至壹匁 を以てせしに獨り甘味を増せしのみならず且少しも品質を害せずして大に防腐の特效を奏せり」⁶⁾ という内容のものである。サッカリンが当時砂糖に代用しうる甘味料としてばかりでなく、防腐効果のある物質としても捉えられていたことが、この広告から伺い知ることが出来る。しかし、サッカリンが、精酒や醬油の防腐剤として当時盛んに使用されていたサリチル酸と同程度の防腐効果があり、サリチル酸の代用にもなると、考えられていたのかは明らかではない。

表 I.1 明治 34 (1901) 年以前におけるサッカリンに関する研究報告例

研 究 者	サッカリンについての実験結果	備 考
Salkowski ¹³⁾	サッカリンを犬に 1-2 g/kay 経口投与、家兎に 0.15 g/day 12 日間投与、異常なし。サッカリン体内吸収後 30 分で排出され、16-48 時間で完全に尿中に排出される 消化酵素に対しても有害な作用なし。	仏国がサッカリンを有害と断定し、使用を禁止した事は早計であると批判
Rüger ¹⁴⁾	生後 4 週間の女兒と 1 年 3 カ月の男児にサッカリン含有の乳及び食品を与える。機能障害、発育障害なし。3 年 6 カ月の男児に 1 日 3 回 0.03 g ずつ 8 日間牛乳に混ぜて投与。投与総量 0.720 g のうち、0.715 g が尿中に排出。	サッカリンは体内において全く変化せずして、対外に排泄される為、機能を損なうことなし
Lehmann ¹⁵⁾	人及び家兎に 5 g/day 反復投与、0.1, 0.2 g/day 1 カ月投与、異常なし。投与 30 分後尿中に排出され、24 時間後には尿中から完全に消失。	サッカリンを法律を以て禁止しえるのは、衛生上有害である事を直接証明した時か、詐欺的に飲食物に混入したことが認められる場合に禁止すべきである
Petschek & Zerner ¹⁶⁾	人 10 g 服用、脈拍呼吸に影響なし。しかし、10 g/day 1 週間服用すると蛋白尿出る。 サッカリンは腸内において腐敗抑制作用を有する。	発酵性消化不良の際、サッカリンを用いる事は効果がある
Kornauth ¹⁷⁾	家兎に 3 g/day 経口投与、3 日目に下痢を起こし、7 日目に死亡。	
Huygens ¹⁸⁾	家兎に静脈内投与、有害量は 1-2 g/kg 体重。中枢神経を犯し麻痺現象を惹起し、反射興奮性を低下させる。しかし、呼吸脈拍に影響なし。	純粋サッカリンを砂糖の補助として使用する分には無害
Worms ¹⁹⁾	犬に 0.3-1.5 g 経口投与、体重減少、食欲不振あり。糖尿病患者 4 名 0.1 g/day 服用、3 名が 14 日目に食欲不振、吐き気、胃腸障害あり。	
Bornstein ²⁰⁾	人間に 0.075 g/day 経口投与、便に窒素脂肪が多く排出され尿窒素減少。蛋白の消化吸收を妨げ、胃の運動能率を低下させる。下痢を惹起させる。	医薬としてのみ使用することを提案

いずれにしても、サッカリンがわが国に紹介されて短期間のうちに「醸造品、菓子類を侵襲する」⁷⁾ 虞があるとは考えられており、それゆえ「サッカリンを全く無害なりと断定して之か使用を許可せば彼のサリシール酸か日本酒に於けるか如き結果を來す虞なきや如何聊か當局者の注意を望む」⁷⁾ と、サッカリンが食品に無制限に使用されることへの危惧も持たれていた。だが、サッカリンの使用は、専門家達の危惧にもかかわらず醬油、味噌、汁粉、煮豆、駄菓子、清涼飲料水等⁸⁾ 甘味を必要とする加工食品に、徐々に浸透していったことは想像に難くない。

(2) サッカリンに対する行政の対応

サッカリンが多くの加工食品に使用されていたことに対し、行政側は如何に対処したのであろうか。

当時わが国においても諸外国の研究報告はかなり伝わってきており、それゆえ、サッカリンが有害であるかもしれないことは十分に認識していたと思われる。しかし、フランスはじめ、ヨーロッパの幾つかの国々がサッカリンの有害性を含め、それ以外の政策上の観点から使用制限ないしは禁止措置⁹⁾ をとるなか、わが国は明治33年まで自由に使用され続ける。食品へのサッカリンの使用が初めて禁止されるのは、明治33年6月5日制定の「清涼飲料水営業取締規則」(内務省令第30号)において、サッカリンを含有する清涼飲料水を販売したり、販売の目的を以て陳列したり、貯蔵することを禁止する規定がおかれたことに始まる。引き続き、明治34年「人工甘味質取締規則」の制定により、人工甘味質、つまり、サッカリンが全面的に使用禁止になる。しかしながら、これら規則がサッカリンの使用を禁止した背景は、必ずしも、サッカリンが有害であるという理由に基づいてなされた措置とは考えられない。というのは、たとえば次のような言葉からも推測されよう。「諸般の事実を総合して考ふるときは之(取締規則によるサッカリンの使用禁止措置)を単に衛生上の方面のみよりせし者とは認め難きが如し、想ふに現時飲食物中に配合混和しつゝある材料にして薬物学上より見ればサッカリンと同一理由の下に有害なりと看做し得可き者なきにあらず、若し、サッカリンを単に保健上有害なりとの理由を以て取締れるならば、何故に同時に是等の材料の使用をも全然禁止せざるや……恐らくは公衆衛生よりも寧ろ他の方面に主要の理由ありてならん」¹⁰⁾ というものである。事実、「人工甘味質取締規則」制定にむけての中央衛生会¹¹⁾ の審議でも「人工甘味質ハ衛生上直接ニ危害ヲ生スルノ虞ナキモ砂糖ニ代ルヘキ栄養力絶無ニシテ且ツ消化機ニ對シ良好ナル結果ヲ及ホスヘキモノニ非ス……價格モ低廉ナルカ故ニ逐年其消費ヲ増加シ将来全然飲食物ヨリ砂糖ヲ排除スルノ傾ヲ示シ國民健康上ニ影響ヲ及ホスノ虞アル」を¹²⁾ もって内務大臣に建議したという。決してサッカリンの有害性だけが問題になつての規制措置であつたのではない、ということが出来よう。では、取締規則制定の目的は安全確保以外に他に意図があつたのであろうか。

(3) 「人工甘味質取締規則」制定の意図

サッカリンの有害性が科学的に評価されないうちに、サッカリンが日本に紹介されてわずか10数年で一部の例外を除いて販売の用に供する食品への使用が禁止されたのは如何なる理由によるのか。

この点を検討する前に明治34年10月1日制定された「人工甘味質取締規則」(内務省令第31号 本規則は附則2条を含む9条から構成される。主要条文について以下に記す。

- 第一條 人工甘味質トハサッカリン其の他之ニ類スル化學的製品ニシテ含水炭素ニ非サルモノヲ謂フ
- 第二條 販賣ノ用ニ供スル飲食物ニハ人工甘味質ヲ加味スルコトヲ得ス 人工甘味質ヲ加味シタル飲食物ハ之ヲ販賣シ又ハ販賣ノ目的ヲ以テ陳列シ若ハ貯蔵スルコトヲ得ス……
- 第三條 地方長官ハ治療上ノ目的ニ供スヘキ飲食物ノ調味ニ人工甘味質ノ使用ヲ許可スルコトヲ得前項ノ飲食物ハ醫師ノ證明アル者ニ限り之ヲ販賣授與スルコトヲ得……
- 第四條 前條ノ飲食物ヲ販賣授與スルトキハ容器又ハ被包ヲ用井其容器又ハ被包ニハ「人工甘味質製」ノ六字ヲ記スベシ

規則のどの条文を読んでも人工甘味質、つまりサッカリンは有害であるとの文言は認められない。それにもかかわらず、サッカリンが使用禁止になったのは、如何なる理由に基づいての措置なのであろうか。本稿においては次の二点から検討を試みる。

まず、規則の第一条から、サッカリンの性質に基づくものという見方が出来るのではないか。それは第一条で「サッカリン及び之に類する化学物質で含水炭素でないもの」を人工甘味料であると定義付けたが、思うに、甘味料とは甘味を有するだけでなく、それ自体栄養価を持つものでなければならないということを示したものと受け取ることが出来よう。それは、甘味を有する含水炭素として蔗糖、果糖、乳糖、麦芽糖等があるが、これらはすべてカロリーを有するものである。つまり、甘味料をカロリー源として捉えた結果、サッカリンのように食用に供する物質の成分ではない、つまり栄養価のないものは甘味料として食品に使用することは認められないということではないだろうか。このような理由で人工甘味料は取締りの対象になると考えたとも推測されうる。しかしながら、含水炭素の摂取が禁止される糖尿病患者等にはサッカリンにカロリーが無いことから、例外的に治療上の目的に限って使用を認めるという措置が取られたといえよう。

もう一つの見解として製糖産業保護の国策の問題と見ることも可能ではなかろうか。明治28年以前のわが国において砂糖生産の中心地は沖縄であり、その他鹿児島の大島、種子島等日本列島の南部地域と甜菜を産する北海道であり、産糖高は1,000万斤前後(表1.2)であった。それゆえ多くは輸入に頼っており、明治20年代には輸入糖が国内市場で8割以上も占めるようになり(表1.2)、「今現ニ消費スル所ヲ見ルニ菓子製舗ニ用ユルモ舶来ナレハ、水亭ニ消費スルモ外糖」²¹⁾という状態であった。その基本的な原因は、輸入糖は価格面ばかりでなく品質の点においても国内産の和糖よりも格段に勝っていた²²⁾からという。しかし、それによって輸入価格は1千万円以上にも達しており、それに対応するためには精糖業を確立し、最も輸入伸張率の著しい洋白糖の防止を計ることであった。だが、それによって得られる貿易収支上の改善は精製糖と粗糖の輸入額の差額分しか金流出を抑えることが出来ず、それゆえわが国にとっては粗糖、つまり甘蔗糖の収穫を上げる事も経済政策上重要課題であった。

このような時に日清戦争によって台湾が領有される。明治初期には日本向けの台湾産砂糖が多くなっていたので、輸入糖の防止、砂糖自給のために台湾糖業を振興させることは粗糖入手の点からも非常に意義のあることであった。領有時における台湾の砂糖生産高は正確には把握されていないが、推定で80万ないし100万擔²⁰⁾といわれていた。この生産高を6,7倍にあげることが出来れば日本の自給自足は出来るし、差し当たり外国糖の輸入を防止する事だけでも国家の利益になると考えたことは当然の成行きであったろう。

表1.2 明治20年代における国内砂糖産出量と輸入量

年 度	国内産出量 (千斤)	外 国 輸 入			
		輸 入 量 (千斤)	価 額 (千円)	百斤当り価格 (円)	輸 入 割 合 (%)
23	11,777	165,956	8,384	5.1	93.4
24	9,659	161,603	7,735	4.8	94.2
25	8,108	189,991	9,519	5.0	95.9
26	14,497	205,160	11,452	5.6	93.4
27	13,363	223,150	13,241	5.9	94.3
28	11,991	241,426	11,720	4.86	95.3
29	7,346	225,888	13,712	6.07	96.9

(農商務統計表 各年度から作成)

そこで当時、製糖事業に対する国家の考えかたはどのようなものであったのか、「日本糖業發達史」の中から紹介しよう。「恐らく三十三年の年頭の事と思はれる。(児玉臺灣) 総督は東京御殿山益田孝邸に於て財界有力者に會見し、臺灣糖業の將來有望なること、之を成す先づ宜しく新式の大工場を設立するの要ある所以を力説した。座に故井上馨候あり問ふて曰く、臺灣の糖業は巨資を投じて今日之が奨勵をなさんか、内国内の需要を充たし外海外市場に雄飛するに至るを得べきかと。総督以て然りと答ふ。此處に於て新會社(臺灣製糖會社) 創立の議熟し、……宮内省に於て株を有たれる事になり、三井家、毛利家其他有力者間にも持株のこと定まり、三十三年六月十三日創立發起人會を開き目論見書及定款を議定した。」²⁴⁾ という。そして、明治 33 年 12 月 10 日創立総會が開催され、さらに 34 年 1 月 5 日三井集會所において株主協議會が開催される。この席上、井上侯の講話は「全體余が經濟上輸入品の幾分にては是を内地に補足する第一策として、先づ臺灣に於て砂糖を製造し以て内地の需用を充たさん事を最も希望し居たる處也。……大に斯業を發達せしめ以て金貨流出防止の一手段たる結果を得せしめん事を切望せり」²⁵⁾ この演説に続いて後藤新平民政長官が、「臺灣に於る砂糖製造事業は實に有利なるを確信せる者なり。且總督閣下よりも、當事業に就ては最も出來得丈の保護と便宜を與ふべしとの御命令ありたれば、余は斯業の發達に付き充分盡力をなす覺悟なり……將來臺地に於て最も目的とする大なる事業は砂糖業に在り。是に於て官に於ても充分斯業に盡力をなす積りなり」²⁶⁾。井上馨、後藤新平の演説から明らかなように、製糖事業を保護育成することは当時のわが国の經濟發展にとって最も重要な課題であり、そのためには国内よりも台湾において製糖事業を充実させることの方がメリットが大きかった。新式の工場の建設や甘蔗糖収穫を高めるために多くの手が打たれ、明治 35 年 6 月 14 日律令第 5 号を以て發布された「糖業奨勵規則」の目的とするところは、台湾における製糖業を發展さすために多くの奨励金や補助金を下付したり、無償で貸付ることであった(表 I. 3)。この規則に基づく保護奨励政策の効果は大きく、明治 35 年以降次々と新式製糖工場の設立を見(表 I. 4)、これら新式製糖の生産、販売はその大部分が日本人に掌握されていく。

このようにしてまで台湾における製糖事業を發展させたいとしているわが国にとって、完全輸入²⁷⁾に頼る人工甘味料が食生活に浸透していったのでは製糖事業發展の妨害になるばかりでなく、金貨流出の防止を目的とする政策とも合致しないがゆえに使用禁止措置をとらざるを得なかったと見る方が妥当であろう。

表 I. 3 台湾糖業補助及び奨励金交付状況

(単位 円)

年	製糖會社	肥料	灌漑排水	種苗費	製糖機械	開墾	その他
35	59,600	16,513	5,566	—	22,705	642	—
36	56,122	20,177	6,946	—	56,110	1,080	—
37	54,400	2,216	1,500	—	77,230	4,480	—
38	84,650	14,568	—	—	167,532	2,419	—
39	56,400	26,604	—	—	182,411	1,240	—
40	21,000	164,254	23,870	74,118	6,760	5,673	—
41	36,000	406,040	11,175	81,376	18,134	—	88,224
42	—	621,959	—	103,966	20,272	—	67,302
43	—	482,823	4,318	159,048	—	—	—
44	—	—	34,756	94,764	1,435	—	—
元	—	565,303	14,000	132,886	93	—	4,329
2	—	379,468	45,993	74,640	229	—	2,931

(台湾總督府殖産局編『台湾糖業統計』第 24, 128 昭和 11)

表 I.4 台湾における新式製糖工場の推移及び生産量

年 期	新 式 製 糖 工 場			改 良 糖		旧 式 糖		総 生 産 量 (t)
	工 場 数	工場能力 (t)	産 糖 量 (t)	工 場 数	産 糖 量 (t)	工 場 数	産 糖 量 (t)	
明治					—			
33-34	0	—	—	—	—	1,092	—	585
34-35	1	300	19	—	—	1,117	890	909
35-36	1	350	28	—	—	895	478	507
36-37	2	386	57	—	—	1,029	702	758
37-38	7	1,309	76	4	6	1,055	744	826
38-39	8	1,539	128	52	184	1,100	963	1,274
39-40	7	1,503	170	60	240	878	655	1,065
40-41	9	2,504	287	61	215	847	590	1,092
41-42	15	9,019	1,188	40	291	582	559	2,039
42-43	16	9,469	1,993	69	581	663	830	3,404
43-44	21	16,526	3,237	74	679	499	589	4,506
44-元	29	21,928	2,510	50	288	212	128	2,926
元-2	26	20,532	1,050	32	73	191	68	1,191
2-3	31	23,468	2,224	34	139	217	150	2,513

(出典： 山下久四郎『日本糖業年鑑』128-129 頁，昭和 4 年，台湾総督府「台糖湾業統計」第 24，2-4 頁，昭和 11 年)

サッカリンが有害か，無害か科学的に評価しえない状態のままで，使用禁止が法的に達成されるということとは，前述したように「公衆衛生よりも寧ろ他の方面に主要な理由」¹⁰⁾があつてのこと，つまりは，製糖業の保護とみた方が妥当ではなからうか。

註

- 1) 2,3-ジヒドロ-3-オキシベンゾイソスルホナゾール。

製法には種々の特許があるが，現在以下の二つの製法が主に使用されている。

Remsen 法 (日本式)： トルエン，クロルスルホン酸を原料とする。不純物として OTS (o-トルエンスルホンアミド) が殆どである。

Maumee 法 (米国式)： 無水フタル酸を原料とし，製造工程は Remsen 法の 2 倍近いが，副産物の利用価値は高い。それと共に不純物残存の可能性が高くなる。

サッカリンは白色・無臭・結晶性の粉末で水に溶けにくい，そのナトリウム塩は溶性サッカリンといわれ水によく溶ける。一般に食品に使用されるのは溶性サッカリンである。

- 2) タール色素の必要性については，光武幸： 北大大学院環境科学邦文紀要 11 (1985)。

- 3) Bryan, G. T. et al.: Science 168 (3936) 1238 (1970)。

Oser, B. L. et al.: Federation Proc. 28 743 (1969)。

- 4) 毎日新聞 明治 21 年 2 月 23 日。

- 5) 大日本私立衛生会雑誌 [62] 551 (明治 21)。

- 6) 醸造雑誌 [46] 広告 (明治 23)。

- 7) 大日本私立衛生会雑誌 [87] 574 (明治 23)。

- 8) 慶松勝左衛門： 衛生試験彙報 [11] 42 (明治 43)。

明治 38 年実施の東京市内において販売されている飲食物中のサッカリン含有調査結果では氷水，汁粉，

醬油、煮豆、甘酒、ラムネ、駄菓子など172検体について分析したところ、全体の24.1%にサッカリンが含有されていた。

- 9) 大日本私立衛生会雑誌 (81) 142 (明治23), (87) 573, 575 (明治23), 国家医学雑誌 (47) 27 (明治23).
フランス、イタリアの二国はサッカリンの使用を全面禁止。イギリスの法律はビールにサッカリンを故意に加えて、其を告げずして販売に供するものは50ポンドの罰金。ドイツにおいても飲食物にサッカリンを加えて、その事実を告げずして販売に供するものは飲食物取締条例に照らして贗造の罪、つまり、サッカリンを用いながら砂糖を使用したかの如く販売することは、消費者を欺くことになり、それ故、その行為自体を罰する。他にポルトガル、ロシア等にもサッカリン禁止規定がある。
- 10) 藤谷功彦：京都府立医専交友会雑誌 [51] 4-12 (明治42).
- 11) 衛生局第5次年報 211頁 (明治12.7-13.6).
中央衛生会は、明治12年勅令により創設されたもので、衛生関係の法律案はここで審議され、内務大臣に建議する形がとられていた。
- 12) 衛生局年報 明治34年度 24頁.
- 13) E. Salkowski: Virchows Arch. Bd. 105, S. 46 (1886), Bd. 120, S. 325 (1890).
- 14) C. Rüger: Gesundheit, VIII [16] 241 (1888).
- 15) K. B. Lehmann: Arch. F. Hyg. 10, 81 (1890).
- 16) Petschek & Zerner: Zbl. Ther. 7. 321 (1889).
- 17) C. Kornauth: Zit. n. Pharmaz. Jahresber. Bd. 26, S. 405 (1891).
- 18) F. Huygens: Pharmaz. Jahresber. Bd. 25, S. 349 (1890).
- 19) M. Worms: Bull. Acad. Med. 19. (3. Serie) 498 (1888).
- 20) K. Bornstein: Zeitschr. f. Klin. Med. Bd. 40, S. 208 (1900).
- 21) 農商務省編『明治16年度商況年報全編』付録 131頁 (明治17).
- 22) 中島常雄編『現代日本産業発達史 XIII 食品』94頁.
- 23) 河野信治著『日本糖業発達史 (生産編)』丸善 (昭和5) 13頁 1擔=1ピクル=100斤=60kg.
- 24) 河野 前掲書 80頁.
- 25) 河野 前掲書 86頁.
- 26) 河野 前掲書 88頁.
- 27) 工業化学雑誌 第5編 [47] 221 (明治35).
サッカリンの輸入は年々増加し、33年の輸入は前年に比較し、数量で16割価額で14割の増加を示し、34年は32年に比較し、数量、価額共17割の増加となっている。

II. サッカリンは砂糖の代替品か

(1) 「人工甘味質取締規則」下におけるサッカリン使用状況

先に見たように人工甘味料は販売に供される食品への使用が禁止されたが、それでは完全にサッカリンは食品から追放されたのであろうか。

取締規則ではサッカリンそれ自体の取り扱いに関しては、つまり、サッカリンの売買については何等の規定もおいていない。それゆえ、サッカリンを売ること買うことも全く自由である。規則が禁止したことは、販売の用に供する飲食物にサッカリンを使用することを禁止した (規則第2条) のであって、サッカリンを購入して家庭での料理に使用したり、自家製漬物等の加工食品に使用することは何等禁止していない。つまり、サッカリンは今まで同様自由に手に入る事になる。それゆえ、サッカリンが食品に使用され続けたことは十分に予想されうるし、また、次の言葉からも伺い知ることが出来る。「現行法令にて禁止せられているにも拘わらず澤庵漬等の甘味料として用いられる。サッカリンは栄養価はないが、少量づつ用ふときには殆ど毒性は認められない。……今日本邦の年産額は7萬kg, 百萬圓を超過すると謂はれ、内務省令人工甘味質取締規則によって市販飲食物に使用を禁止されてゐるに拘らず、到底その使用を抑制し得ない現状である。」¹⁾

サッカリンの食品への使用が公に禁止されているにもかかわらず、家庭での使用はもちろんのこと販売さ

れる食品にまで、規則を破り使用され続けたのは、如何なる理由によるのか。その点は次の2)で検討するが、結論を先取りするなら、それは、サッカリンの砂糖に対する優位性、特に経済効果における優位性に他ならないといえる。「近來に至り有害なる例のサッカリンを加味せる食物を製造販賣するもの益々多く、蒲鉾、はんぺん、甘酒等に至る迄之れを使用するを以て、警視廳にては目下嚴重に之れを取締り、若し疑はしきものあればドンドン検査を行ひ、其有害なる程度迄使用せるものは直ちに差押へ全部廢棄せしめ其販賣を禁止されたるが、現是等の奸商は縱令少し位の罰金に處せらるゝとも甘味の分量は砂糖の比にあらずして利目あり且つ下層社会にも頗る賣行き好きを以て結局罰金位は差引いても利益なりとて平氣に構へ使用し居る」²⁾ という文章からも容易に想像がつくであろう。儲かるなら、たとえ少しくらい法に触れたとしても、つまり、罰金を少々支払っても経済的メリットが大きい以上使用は止められないということであろう。

しかしながら、「人工甘味質取締規則」下においてわが国では、実は、サッカリンの使用を認めるという措置が取られるに至る。大正8年のことである。「内務省に於ける保健衛生調査會は……砂糖の騰貴³⁾と國民衛生に及ぼす影響とに關する件を議題とし審議する處あり……サッカリン(甘精)藥物的実験及砂糖代用食物として使用するの適否に就て調査研究の結果愈無害と決定せるのみか寧ろ乳兒幼児の保健衛生上極めて有効なることを検定したるに付……明治34年10月内務省令第31号を以て規定せる人工甘味質取締規則は當分の間解禁となるべし」⁴⁾ というものである。

サッカリンが明治34年使用禁止になった経緯をみても、また、禁止解除における上記の文章からみても、禁止、解除の背景にサッカリンの安全性論議とは別の砂糖に關係した事情が一つの要因となつての措置ではなかったろうか、と思われる。

さらに、昭和16年になって、新たにサッカリンの使用を沢庵漬⁵⁾に認めるという措置がとられる。それに先立って、厚生省衛生局が、「砂糖の供給不安を感じ、甘味食品にサッカリンの使用を合法化せんとする要望が漸次強くなったので、これにつき目下調査研究中である。当局の意嚮としては、菓子にサッカリンを使用することは反対で、使用を許可するとしても沢庵漬、蒲鉾、サイダー、ラムネ等の類」⁶⁾ であるかもしれないという、厚生省側の見解が、業界誌のニュースで取り上げられる。ここでも、サッカリンの使用が砂糖供給との關係で取り沙汰されており、結果的にサッカリンの使用が沢庵漬に認められることになる。

では、沢庵漬においては、昭和16年までサッカリンが使用されていなかったか、というのと決してそうではなく、むしろ多く使用されていたといえそうである。というのは、昭和9年頃、東京練馬地方だけで年額14-15万円のサッカリンが消費され、このため同地方の業者間にサッカリン自給の声が起り、そのために日本藥品工業(株)が設立されたという報告⁷⁾がある程である。沢庵漬ばかりでなく、甘味料を多量に必要とする清涼飲料水においてもサッカリンは大いに使用されており、清涼飲料水へのサッカリンの使用は、法的には昭和21年⁸⁾まで認められなかったにもかかわらず、ヤミでサッカリンばかりでなくズルチンまでも使用され⁹⁾、清涼飲料水は作れば儲かる時代であったという。

取締規則により、サッカリンの使用は法的に禁止されていたにもかかわらず、以上のようにサッカリンが使用され続けたのは、砂糖供給の悪化だけが原因であったといえるのだろうか。それとも他の要因、たとえば、サッカリンは、砂糖に代替しうる特質をもっていたからなのか、その点につき以下検討を試みる。

(2) 砂糖代替品としてのサッカリン ―砂糖に対するサッカリンの優位性―

甘味料として砂糖が存在するにもかかわらず、そしてまた取締規則によってサッカリンの使用が禁止されているにもかかわらず、サッカリンが砂糖に代って、つまり、砂糖代替品の如く密かに使用しつづけられたのは如何なる理由によるのか。それは、サッカリンの使用価値あるいは効用の問題として捉えることが出来るのではなかろうか。

砂糖とサッカリンの「使用目的が同一ならそこに競合が起り、そして価格が同一ならば使用価値の大きい

ものが、その競合において優位となる¹⁰⁾という原則に則るなら、砂糖がサッカリンによって代替されるためにはサッカリンの価格が安い、あるいは価格が同一なら使用価値が大きくなければ使用されないことになる。いいかえると、サッカリンという商品の中に甘味料としての品質あるいは価格において砂糖と異なる優位性がなければならぬ。それでは、サッカリンの持つ砂糖に対する優位性とは一体如何なるものであったのか。

まず、品質の一つの要素である甘味度から検討する。サッカリンの無水物は蔗糖の550倍、溶性サッカ

リンでは475倍¹¹⁾の甘味を有する。希釈されたものについては、砂糖は300倍の溶液ですでに甘味が失われるが、サッカリンは100,000倍溶液においても甘味を感じる。Magidson等¹²⁾の研究によると、サッカリン5:64液は砂糖の190倍、5:2,048液は675倍の甘味を有するというように、サッカリンは実際の使用段階においても砂糖に比較し、非常に甘味が強い。それゆえ、少量の使用で目的を達することが出来る有用な性質を持つといえる。現在サッカリンと砂糖の甘味度は以下のように捕えられている(表II.1)。サイダーを例にとると、8%ないし10%砂糖溶液がサイダーにとって適当な甘味度であるといわれているが、それはサッカリンでは0.0359%ないし0.053%溶液に相当する。つまり、微量なサッカリンで目的が充分達せられることを示している。しかしながら、たとえ少量で甘味料としての役割を果たせる物であっても、価格が砂糖に比較し非常に高いものであるなら、その効用は価格の高さによって相殺されることになる。それでは、サッカリンを使用するか、砂糖を使用するかによって企業家が受ける経済効果はどのように変わるのだろうか。

いま、10%-砂糖溶液(約ボーマデ6の糖液に相当)を使用してサイダー2合瓶(360ml)1,000本作るに要する砂糖と水の量を計算する。もちろん、サイダーは甘味料と水ばかりでなく、酸、炭酸ガス、着香料、着色料等から作られるが、ここでは簡単化するために甘味料と水から作られていると仮定して計算する。砂糖は蔗糖であるとし、15°Cにおける蔗糖の比重を1.5897として計算すると、2合瓶1,000本、つまり360lの溶液を作るに必要とする砂糖の量は37.38kg、水336.4lである(計算式13)参照)。

一方、サッカリンを使用した場合、10%-砂糖溶液は0.053%-サッカリン溶液に相当し、また、サッカリンの比重を0.828として計算すると、360lのサイダーを作るに必要なサッカリンの量は0.191kgとなる。この計算から砂糖はサッカリンよりも約200倍多く必要なことがわかる。では、これらの量を賄うのに要する費用は幾らになるのか。

戦前のサッカリン価格については統計的には全く明らかにされていないが、明治30年代末では1斤当たり3-5円¹⁴⁾といわれている。いま、この3円ないし5円という価格を使用して計算すると、0.191kgのサッカリン価格は1円前後になる。一方、砂糖は、当時100斤16円前後(表II.2)であったので、砂糖37.38kgの価格は約10円となり、砂糖の使用はサッカリンを使用するよりも非常に高くつくものであったといえる。しかしながら、明治39年10月1日に実施された関税定率法の改正により税率表に「甘精其ノ他類似ノ甘味物」という一項が加えられ、従量税率1斤当たり60円と定められた。これにより、サッカリンを使用することは砂糖を使用することよりも非常に高くつくことになったはずである。サッカリンにとっては使用禁止の高率関税賦課とさえいえるものであった。だが、高率関税賦課を見越して改正法の実施以前に大量の思惑買いがなされており、関税引き上げ実施後1-2年はその輸入品で充足されたという¹⁵⁾。そして、この禁止的高率関税賦課がサッカリンの国産化を促進することになり、明治41年頃よりサッカリンの原料であるo-トルエンスルホンアミド(こ

表II.1 砂糖、サッカリン甘味比較

蔗 糖 溶 液 (%)	溶性サッカリン溶液 (%)
2	0.0036
3	0.0061
4	0.0096
6	0.0204
8	0.0359
10	0.0530

(相磯和嘉監修『食品衛生学辞典』医歯薬出版、昭和47年)

表 II.2 東京市場砂糖相場 (単位: 100 斤当り, 円)

年 次	明治33年	34	35	36	37	38	39	40
平均相場	8.95	10.04	10.10	10.63	13.85	16.76	15.46	16.00
年 次	41	42	43	44	大正元年	2	3	4
平均相場	17.39	18.41	17.96	18.41	20.68	20.32	20.55	21.45
年 次	5	6	7	8	9	10	11	12
平均相場	22.75	23.83	26.65	37.62	44.38	29.51	25.37	29.16

(出典: 『東洋経済 第一回 商品年鑑』東洋経済新報社, 1923)

れは中間製品であり、本当の原材料はクロルスルホン酸である)が輸入¹⁵⁾されサッカリンが製薬4社(塩野義製薬, 田辺製薬, 武田薬品工業, 大日本製薬)により国内生産されるようになった。しかしながら、サッカリンが国内生産されるようになってから約30年近く、o-トルエンスルホンアミド、クロルスルホン酸が国産化されなかったのは、o-トルエンスルホンアミドには関税がかけられておらず、国内でそれを生産するよりも輸入の方が割安であり、しかもクロルスルホン酸の用途がサッカリンに限られ、需要量がそれ程多くないことに起因する。昭和6年12月の金輸出再禁止および7年6月の従量税率一律35%引き上げの措置は、輸入為替の人為的引き上げや輸入品価格の騰貴をもたらし、従来価格的に割高であった国産品を瞬時にして割安にし、さらにその差は国産品の品質上の劣勢を償って余りあるものであったという¹⁶⁾。こうして、従来原価高のため妨げられていた国産化が採算的に有利となり、クロルスルホン酸の国産化が実現した¹⁷⁾。サッカリンは明治39年の従量税率1斤当たり60円から昭和7年の従量税引き上げにより1斤当たり81円という高率関税賦課になったにもかかわらず、o-トルエンスルホンアミドに関税がかけられていなかったこと、そしてクロルスルホン酸の国産化という方法によって価格の上昇を抑えることが出来たことが、サッカリンが砂糖よりも経済効果の高いものとして位置付けられたと考える。以上の二点から考察する限り、サッカリンは砂糖に比較し消費者にとっても企業にとっても使用価値は高く、それゆえ、法的に禁止されながらも、まさに砂糖の代替品として使用し続けられたといえる。

だが、ここで注意しなければならない点がある。品質として考慮するのは甘味度ばかりでなく、物質が変質するか否かということも重要な要素である。というのは、変質することによって本来の味以外の味が出現するなら、品質評価に負の効果が働くことになる。甘味料の場合、甘味の敵として苦味があるが、サッカリンは分解¹⁸⁾してスルファミノ安息香酸になり、それによって苦味が生じることは周知の事実である。では、どのくらいの濃度であれば苦味を感じることなくサッカリンを使用することが出来るのか。昭和10年代にサッカリンの苦味について研究報告¹⁹⁾が出されているので紹介しよう。味には個人差があるということを前提としながらも以下のような結論を下している。サッカリン単味では0.03%溶液²⁰⁾で苦味が感じられるが、食塩を1%添加することによってサッカリン濃度が0.05%になっても苦味は感じられない。また、食塩を4%添加することによって0.1%サッカリン溶液でも苦味は感じられない。サッカリンを砂糖の補助剤として用いる場合には、15%ないし20%白糖溶液に0.07%サッカリンを加えても苦味は感じられず、しかもこれら溶液は白糖溶液濃度に換算すると22%および27%溶液に相当し、サッカリンによって代替される白糖量は各7gになる。しかし、酸が共存するときには、逆に薬品味が抜けて非常に味が良くなるので、果汁清涼飲料、酢のもの等の味付けに適している²¹⁾、という。このように、品質として甘味度以外の要素、つまり苦味も考慮すると、サッカリ

ンの使用価値が一方的に砂糖よりも高いものとは言えなくなる。砂糖は食品の要求する甘味度を任意に供給することが可能であるが、サッカリンの場合苦味によって使用面に限界を生じ、利用不能の場合が出てくると言わざるをえない。それゆえ、サッカリンによる砂糖の全面的な代替は不可能²¹⁾ということになる。しかし、食品が豊富に存在していない時代、あるいは砂糖が豊富に存在していない時、そして消費者の口もこえていない時にはサッカリンの甘味で人々の々の甘味嗜好を十分に満足させたことは想像に難くない。それゆえ、日常使用する範囲の甘味濃度では100% サッカリンによる代替は可能であったのではなからうか。

以上の検討から、サッカリンは砂糖に代替しうる優位性を持っていたと推定しえる。

註

- 1) 『薬学大辞典』4 186 頁 (昭和 11) 非凡閣。
- 2) 大日本私立衛生会雑誌 [146] 119 (大正元年)。
- 3) 第一次世界大戦を契機に、つまり、大正 7 年から 8 年に至り、砂糖卸値は 100 斤当り一気に 11 円騰貴し、更に、大正 9 年の恐慌により、7 年の時に比較し、18 円も暴騰する騒ぎとなっている (表 2.2)。
- 4) 大日本私立衛生会雑誌 [436] 459 (大正 8)。
第一次大戦を契機として、それ迄停滞ぎみであった砂糖消費量が増大している。その原因は菓子その他加工食品などの分野での使用増加と家庭内消費の増加による。しかし、たとえ、砂糖が一般家庭の味覚向上に伴い副食物の調味料として重要な意味をもってきたとはいえ、砂糖価格の騰貴は一般消費者にとって砂糖購入を難しくしたものと思われる。それ故、その打開策としてサッカリン解禁の方向がうちだされたと思われる。
- 5) 昭和 16.8.4 厚生省令第 39 号 許容量たくあん漬 1 kg につきサッカリン 0.25 g。
- 6) 清涼飲料誌 昭和 16 年 7 月 [93]。
- 7) 日本無機協会編 『日本無機薬品工業史』508 頁 (昭和 37)。
- 8) 昭和 21.5.11 厚生省令第 19 号。
- 9) 東京清涼飲料協会編 『日本清涼飲料史』71 105 頁 (昭和 50)。
明治 38 年頃、砂糖は 8 円位であって、その頃は盛んにサッカリンを使っており、また、大正時代から終戦までも同様にヤミでサッカリン、ズルチンが使われており、清涼飲料水は作れば儲かる時代であったという。
- 10) 北原三郎：『塩素工業製品の変遷』一橋大学商学研究 7 (1963)。
- 11) The Merck Index 927 頁 (1968)。
「薬学大辞典」9 42 頁 (昭和 11) 非凡閣。
- 12) Madison, Gorbatschow: Ber. dtsh. chem. Ges. 56. 1810, (1923)。
- 13) 粉碎した蔗糖の比重 1.5897 (15°C) であるから、比容積は $1/1.5897 = 0.63 \text{ ml/g}$ よって、砂糖 1 kg = 0.63 l
10% - 砂糖溶液 10 kg 中の砂糖と水の量は、砂糖 1 kg, 水 9 kg。よって砂糖溶液 10 kg の容積は $0.63 + 9 = 9.63 \text{ l}$ 。
したがって、10% 砂糖溶液 360 l (2 合ビン 1000 本分) 製造するのに要する砂糖と水の量は、
 $360/9.63 = 37.38 \text{ kg}$, $360 \times 9/9.63 = 336.4 \text{ kg}$ となる。
- 14) 日本無機薬品協会編 前掲書 503 頁 (昭和 37), 大蔵省編纂『外国貿易年表 明治 35 年』
明治 32—34 年度の輸入数量及び輸入価額を示すと以下のとおり。

明治 (年)	輸入数量 (斤)	輸入価額 (円)
32	3692	10,647
33	5826	14,742
34	9772	21,399

- 15) オートルエンスルフォンアミド (OTS) 輸入理由: OTS 製造技術の未熟さと製造原価が割高につくため
- 16) 日本無機薬品協会編 前掲書 506 頁。

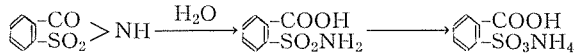
OTS が国産化されたとしても、海外品との競争において価格、品質の点で不利を逃れないような場合、あるいはこれらの条件において等しくとも、巨大な資本力を持つ海外品と共存していくことが国内市場において不可能な場合、このような圧力に抗して国内産業を振興し、育成させる方法は純然たる経済的競争の中から生まれず、為替政策あるいは関税政策などの政治的手段によるしかなかったことを示している。

- 17) 日本無機薬品協会編 前掲書 507 頁。

日本染料製造(株)(現住友化学工業)春日出工場で我国初のクロルスフオン酸の工業生産が行われ、その後、東京硫酸(株)(現保土谷化学工業)が、昭和9年製造を開始した。東京硫酸による工業化の背景には、沢庵漬の甘味料としてサッカリンが盛んに使用されていたことによる。「東京府下練馬地方のたくあんづけには甘味付け用として当時年額14-15万円が消費されていたが、このため同地方の業者間にサッカリン自給の声が起り、……原料クロルスフオン酸の製造を東京硫酸に委託した。」

- 18) 野中順三九、高橋公正：雑誌 26(1)49-52 (1942)、浜田扶：New Food Indust. 3 [6] 32 (1961)。

サッカリンの加水分解



熱分解の場合、酸性の強い条件(pH 3.8以下)で加熱すると分解して苦みが生ずるが、pH 7 以上では熱分解しない。pH 7 以下では pH に反比例して分解が進む。

加熱温度と分解率との関係

加熱温度 (°C)	加熱時間 (hr)	サッカリン 分解率 (%)	Na サッカ リン分解率 (%)
100	2	3.4	0
125	2	12.5	—
150	2	60.2	2.7

- 19) 石尾正文、遠藤与作、小幡利勝：衛生試験所彙報 [58] 1 (昭和17)。

- 20) Helgren, F. J., et al.: J. Amer. Pharm. Assoc. 54(6) 353 (1955)。

Helgren の実験では、苦みは水溶液の場合、0.026% (砂糖液10%に相当) 以上で成人の25%が苦みを感じ、0.07% (砂糖溶液28%に相当) になると約50%の人が苦みを感じる。したがって、サッカリン単独で甘味料として使用する場合には、0.02-0.03%に留める方がよい。

- 21) 山根嶺雄編 『甘味料』202 頁 光琳書院 (昭和44)。

- 22) 石尾正文、遠藤与作、佐藤輝夫：衛生試験所彙報 [58] 84 (昭和17)。

サッカリンの白糖代替率は、サイダー、シロップにおいては約25%、醤油100%、ソース約25%である。量では、サイダーの場合1/10000、シロップ1/1300、醤油1/10000、ソース1/2500量のサッカリンの使用によって調味の補正に奏功あり。

III. 食品添加物としてのサッカリン戦後におけるサッカリンの使用変遷

(1) 終戦直後の甘味料を取り巻く状況

第二次世界大戦は、砂糖供給の大部分を台湾はじめ外地に依存するわが国に厳しい状況をもたらした。戦争開始後の国内糖業経済は台湾糖業を中心とし、台湾糖で需要を賄う体制がとられ、昭和16年5月以降砂糖供給は切符配給制により統制され、強化されていった。昭和18年に入ると日本軍の敗退が相次ぎ、船腹の不足から台湾からの移入は激減し、砂糖配給量は大幅に削られた¹⁾。特に業務用の削減は大きく、甘味料に依存する業界は大きな打撃を受けた。たとえば、清涼飲料業界は昭和19年の4半期まで、商工省から砂糖の配給を受けていたが、その後、配給が途絶え、終戦後砂糖輸入が回復しないまま代用甘味料によらなければ何時清涼飲料業界が復興しえるやも知れない状態に続いていった²⁾。そこで、全国清涼飲料工業統制組合³⁾が清涼飲料水の製造はサッカリンによるしかないとし、商工省へサッカリン配給の運動を起こし、また、厚生省へ内務省令「清涼飲料

水営業取締規則」を改正し、サッカリン、ズルチンを公に使用できるよう猛烈な陳情を行った。この時の厚生省の見解は、規則全般を改正するとなるといろいろの問題があって容易に出来ない⁴⁾、というものであったが、業界は「そんな事で時日を費して居たのでは日本の産業界否食料界は復興する事は出来ない。有害でないと云ふ異論のないサッカリンを即時使用出来る様に改正して問題のあるものは後日に譲ったらよいではないか⁴⁾と、猛烈なるサッカリン使用の運動を興した。その結果、昭和21年5月11日内務省令が改正されて清涼飲料水にサッカリンが使用できるようになり、次いで、7月4日ズルチンが使用許可されることによって、戦災を受けて途方にくれていた清涼飲料業界復興の端緒となった。

一方、清涼飲料業界同様に砂糖を必要とする菓子業界はどのようなものであったのか。終戦直後は砂糖が連合軍から放出されても主食代替品として家庭配給に回され、業務用の割当を行う余裕はなく、嗜好品としての菓子は、食糧品全体の統制のもとで、ほとんど存在の余地を与えられなかった。公式の配給菓子が生産、配給されたのは、昭和22年末、連合軍総司令部のココアの放出を仰いで作られたココアキャラメルが最初であった⁵⁾。このような厳しい配給統制の中にあって、人々の甘味嗜好を満足させるべく多種多様の“ヤミ菓子”が隠匿蔵物資をはじめ農家のヤミ販売農産物、横流れ品、ヤミ砂糖、サッカリン、ズルチン、ヤミ水飴等を原料として大量に生産され、市場に出回った⁶⁾。

甘味料を必要とする業界がこのような厳しい状況におかれていた時、終戦直後における一般の人たちへの甘味供給はどのようなものであったのか。田辺製薬社史から当時の様子を見ることにしよう。「砂糖は主食の米以上に不足していた。一般国民には、わずかばかりの配給以外には容易なことでは手に入らなかったために、人々は甘味に飢えていた。砂糖は食品というよりは、むしろ貴重品といった存在であった。このため、砂糖の代替品である……(田辺製薬)13工場で製造された溶性サッカリンは……従業員の強い要望もあって、その一部を厚生物資として、また給与の一部として現物支給することになった。それは、厳しい生活難にあえぐ従業員とその家族にとって、暮しを潤す旱天の慈雨に似た役割を果たした。」⁷⁾

当時の日本人が、如何に甘味に飢え、そしてそれを欲していたか。甘味料はカロリー源として慈養のためだけに存在するばかりでなく、食物に“うまみ”を与える物質として、あるいは嗜好品としても存在しており、それは、人間の抑え難き欲求の一つを満足させるものでもある。それゆえ、菓子業界や清涼飲料業界、そして民衆が砂糖欠乏時に甘味料を求めてどのような動きをしたか、その様子を垣間見るによっても甘味料がわれわれ人間に果たす役割の大きさを認識出来るというものである。それゆえ、砂糖欠乏時にこれに代るべき甘味料が存在したことは、たとえ、その甘味料に幾ばくかの安全上の問題があったとしても、その使用は消費者に幸福をもたらすものであったといえよう。このように、終戦直後のわが国において、サッカリンは砂糖代替品として非常に重要な地位を担っていた。まさに、われわれ人間の甘味嗜好を十分に満足させるものであったといえる。それゆえ、昭和23年、食品衛生法成立に伴い施行規則において、サッカリンがズルチンとともに調味料として、食品添加物に指定されたのは当然の成行きであったのかもしれない。

(2) サッカリンに対するアメリカの動きとそれに関連した我国の対応 (表 III.1)

サッカリンが甘味料として十分なる地位を保っていたとき、つまり、サッカリンに頼らなくては甘味料を

表 III.1 日米のサッカリン規制の動き及びサッカリンに関する主な研究報告

	アメリカの動き	主な研究報告 (癌 promoter に関する報告は除く)	日本の動き
1948			サッカリン食品添加物に 指定 人工甘味料統制撤廃、自 由販売になる

	アメリカの動き	主な研究報告 (癌 promoter に関する報告は除く)	日本の動き
1951		O. G. Fitzhugh et al.: 5, 1, 0.5, 0.1, 0.01% saccharin 添加飼料2年間ラットに投与。1% 以下では病理学的に異常は観察さ れないが, 5% 投与群の 7/20 に腹 部リンパ肉腫発生 J. Am. Pharm. Ass. 40, 583 (1951)	
1955	NAS-食品保護委員会, saccharin の安全性について文献調査, 人間 にとっての最大許容レベルを 1 g/ day と結論 現時点の平均砂糖消費量を sac- charin で代替すると 0.3 g に相 当 この消費量では危険無		
1957		Allen, M. J. et al.: Cholesterol: saccharin = 4:1 を 含んだペレットをマウスの膀胱に 埋込む。40-50 週後, 13 匹のうち の 1 匹に乳頭腫 3 匹に癌が観察 される Brit. J. Cancer 11, 212 (1957)	
1964		Tanaka, R.: saccharin, 62.5, 125, 250, 500 mg/kg を妊娠マウスに投与, 胎児 死亡を観察 最大作用量を 177 mg/kg と算出。 J. Publ. Hlth. Hos. Japan 11, 909 (1964)	
1967	FDA 人工甘味料の安全性再検討 を NAS に要請		
1968	NAS 中間報告発表, 1 g ないし, それ以下の摂取量では成人に危険 はないが, 発癌性については更に 研究を重ねる事を要請 チクロ, GRAS リストから削除		ズルチン, 添加物の指定 削除
1969	FDA, 全米科学アカデミー (NAS) に対し, サッカリンの再検討を要 請	Oser, B. L. et al.: サイクラミン酸塩とサッカリンの 混合物 (10:1) を 0.5, 1.0, 2.5 g/kg を2年間経口投与, 2.5 g 群の雄 5/12, 雌 1/12 に膀胱癌発性 Federation Proc. 28 743 (1969)	チクロ, 添加物の指定削 除
1970	NAS, FDA に対し, サッカリン は有害でないと報告。但し, 長期 慢性毒性については, 今後の研究 の必要性を勧告 FDA, サッカリンの使用制限の可 能性を示唆	Price, J. M. et al.: Na cyclamate+Na saccharin (10:1) 混合物を雌雄ラットに 2500 mg/day 投与 104 週間に雄 7 匹, 雌 1 匹に膀胱腫瘍発生 8 腫瘍のうち, 4 つを癌と認める Science 167 1131-1132 (1970) Bryan, T. G. et al.: Cholesterol に分散した 20% sac- charin をペレットに入れて雌マ ウスの膀胱に埋込む 175 日以上生 存したマウスの膀胱を病理学的に 検索対照群には 12-13% の膀胱癌 の発生があったが, saccharin 投与群には 31/66 (47%), 52/64 (52%) に癌の発生が見られた Science 168 (3936), 1238-40(1970)	国立衛生試験所サッカリ ンの安全性試験3年計画 で開始 食品衛生調査会, サッカ リンの安全性いますぐ問 題にする必要なしと報告

	アメリカの動き	主な研究報告 (癌 promoter に関する報告は除く)	日本の動き
1971	FDA, 規制の具体的内容明示 サッカリンを GRAS リストから外し, 使用制限を特殊な形で行う事を明らかにする。ダイエツト飲料の場合, 使用制限値を最高 12 mg/fl. oz とする		厚生省, 我国の使用量ではサッカリンについては問題なしと発表
1972	FDA, サッカリンを GRAS リストから削除, 安全性が確認される迄 成人1日当り摂取量最高 1g に制限 FDA, NAS に再度サッカリンの安全性調査要請	Newell, G. W.: host-mediated 試験に於て変異原性なし, ラットの骨髓細胞を用いての細胞遺伝学的試験においても如何なる投与レベルでも核分裂に影響を与えない。 PB-Rep. 221824/6, 95 (1972)	
1973	FDA, サッカリンの「一時的地位」の期間(moratorium)を NAS の答申が出るまで無期延期	Lederer, J.: 0.3/100 g diet のサカリンを妊娠ラットに経口投与, 胎児に眼の異常(水晶体の中心壊死等)発生 Diabete 21[1] 13-18 (1973) Strouthes, A.: サッカリンの摂取はラットの死亡率を高め, 投与量に従って死亡率が高まる Physiol. Behav. 10 [4] 78-91 (1973) Schmahl, D.: Saccharin 100, 250 mg/kg/day 及び Na cyclamate+saccharin (10:1) 混合物をラットに生涯投与, 癌は観察されないが, リンパ腫と白血病発生 Arznein, Forsch, 23 [10] 1466 (1973) FDA: 0.01, 0.1, 1, 5, 7.5% saccharin 添加飼料を雌雄各50匹のラットに投与(14-18月), 7.5% 投与群の雄 7/23, 雌 2/31, 対照群 1/25 に腫瘍発生 最終報告 Toxicol. Appl. Pharm. 54, 57 (1980)	サッカリンの食品への使用を禁止(但し11月から施行) 12月, 使用禁止措置取消して, 使用制限に変更(1 mg/kg 体重)
1974	NAS, 報告書を FDA に提出 今迄に報告された毒性実験の結果からではサッカリンに発癌性があるのか否か, 結論付けることは出来ない	Chang, P. et al.: 人の抹消血液をサッカリン溶液で培養, サッカリン 2 mg/ml で 18 個の染色体切断, 20 mg/ml では細胞にねじれが現われ細胞分裂は 0 に近くなった Proc. Pa. Acad. Sci. 48 50-51 (1974) Tiedel, M. O. et al. (WARF): F 及び F ラットに対し, 0, 0.05, 0.5, 5% saccharin 添加飼料 100 週間投与。5% 投与群に腫瘍の発生が高く その群の子の体重に著しい増加抑制 また, 5% 投与群の雌ラットの膀胱に移行細胞癌が認められた Symp.: Sweeteners 145-58 (1974)	サッカリンの成分規格の改正 OTS を規制する純度試験が追加され, OTS 含有量 100 ppm 以下とする

	アメリカの動き	主な研究報告 (癌 promoter に関する報告は除く)	日本の動き
1975	NAS「人間の食物中のサッカリン及び Na サッカリンの安全性」報告書を FDA に提出 今迄の毒性実験結果からではサッカリンの発癌性確定しえない	Munro, I. C. et al.: 雌雄各 60 匹のラットに Na saccharin 0, 90, 270, 810, 2430 mg/kg/day 添加飼料 26 カ月投与, その結果, 90 mg/kg 投与群の雌雄各 1 匹, 810 mg/kg 投与群の雌ラット 2 匹に膀胱腫瘍観察される 腫瘍は移行細胞腫で, 侵入性ではなかった 三つの膀胱結石観察されたが, 膀胱腫瘍, saccharin 投与との関係は認められず 腫瘍発生の増加と saccharin の投与濃度は関係しない Toxicol. Appl. Pharm. 32 [3] 513-26 (1975) 降矢強, 池田良雄: Na saccharin, Na cyclamate+Na saccharin (10:1) を飼料に混入して 2.5 g/kg/day をラットに 28 カ月投与, 組織学的に膀胱腫瘍観察されず 食品衛生研究 25 [9] 681 (1975)	国立衛生試験所, 昭和 47 年以来の追試の結果, サッカリン発癌性とは考えられず サッカリンの使用制限を緩和 5 mg/kg 体重 (WHO の基準と同一)
1976	会計検査院 (GAO) の報告書「サッカリンの安全性の問題を解決すべし」安全係数を 100 倍に拡げるよう勧告 不純物濃度を 100 ppm 以下ではなく, もっと低い値にすることが可能であると主張		東京近辺の漬物調査 6 割からサッカリンが検出される
1977	FDA, サッカリンを使用禁止にする方針決定 FDA, 禁止内容緩和, サッカリンを医薬品に分類する案発表, 医薬品として価値を証明できれば, 医師の処方箋なしで購入できる FDA 2 カ月にわたる公聴会開催 上下両院 サッカリン使用禁止を阻止する法案の審議 サッカリン禁止の延期が法的に決定 (大統領署名)—moratorium 1977. 5. 23 迄	Arnold, H. C. et al. (カナダ保健局): F 及び F ラットに saccharin 5% 添加飼料を生産投与, F ₀ 対照群の雄 1 匹と F ₀ 雌 4 匹に良性腫瘍, 及び 3 匹に悪性腫瘍観察される F1 では, 雄 4 匹に良性, 8 匹に悪性腫瘍, 雌 2 匹に悪性腫瘍発生 OTS 単独投与で飼育されたラットに腫瘍は観察されない saccharin は Ames テストで陰性 Science 197 [4301] 320 (1977) Howe, G. R. et al.: カナダにおける saccharin と膀胱腫瘍との疫学調査 74-76 年の 3 年間に 膀胱癌にかかった男 480, 女 152 人に面接調査 男の場合 saccharin 使用者の膀胱癌発生率は 60-65% 高くなる Lancet (II) 578-81 (1977)	厚生省, 外務省を通じアメリカ, カナダに対し, 使用禁止の理由やデータを送るよう要請 「サッカリン追放連絡会」 サッカリン全面使用禁止要求署名 2 万 5000 人を衆参両院に提出 サッカリン問題参院予算委員会で取りあげられる
1978	NAS はじめてサッカリンに発癌性を認める結論下す (弱い発癌物質であるばかりでなく, 助発癌物質である)		
1979	上院, サッカリンに関する聴聞会開催 上院, 下院サッカリンの Moratorium 1981, 6. 30 迄延長する法案可決		
1980		Morrison, A. S. et al. (Harvard Univ. 疫学調査): 尿路下部の癌患者 592 人 (94% が膀胱腫瘍) と 536 人の対照群, saccharin 使用グループ全体をみた場合, 尿路癌との因果関係ははっきりしない New Engl. J. Med. 302 537 (1980)	

十分に供給しえない状態にあった時には、サッカリンの安全性等は議論の外にあって当然であった。サッカリンの安全性が戦後、議論されるようになったのは1960年代も末になってからである。サッカリンはすでに長い間使用され、はっきりした害が表面化しておらず、しかも人工甘味料の関心がサイクラミン酸塩(チクロ)に向いていたこともあって、サッカリンは戦後25年間議論の対象外となっていた。しかし、100年以上も使用の歴史があるサッカリンのような製品が、どうして今になってわれわれの健康に危険があるか否か議論する対象になりえたのか。これについては、少なくとも部分的な回答ではあるが、三つの要因が考えられる。すなわち時と科学の進歩と法律の要求である。これらの要因が絡みあって、たとえばわが国では、人工甘味料の一つであるズルチンを発癌性のおそれあるものとして昭和43年に、そして44年にはチクロを発癌性のために使用禁止にさせた。しかし、これら化学物質の安全性に疑問を抱き使用禁止措置に踏みきったのはわが国よりは外国の方が早い。もちろん、わが国においても独自に安全性に就いては研究が為されてはきたが、一般には外国の動きや外国の研究の追試に基づき対処したにすぎない。サッカリンについても事情は同様である。それゆえ、これから先の検討は、外国特にアメリカとの関連において、わが国がサッカリンの取り扱いに関し、如何なる動きをしたのかを明らかにするものである。

イ) アメリカにおけるサッカリン規制の経緯

サッカリン問題がクローズアップされる以前にチクロの安全性が大きい社会問題となり、1969年10月FDA長官がチクロをGRASリストから削除することを発表した。そのわずか12日後ニクソン大統領が議会でGRASリスト全品目の安全性を再評価することを要請し、このことがサッカリンの安全性論議の口火となった。

サッカリンは、その当時GRASリストに掲載されていたが、それはサッカリンの安全性を保障した結果ではなく、1958年食品医薬品化粧品法の食品添加物修正条項(Food Additives Amendment of 1958)が議会の通過した結果によるものである。この修正条項⁸⁾は、製造業者が安全であると立証するまで化学品を食品中に使用することを認めないものであるが、これはあくまでも新規に使用される物質を対象としたもので、1958.1.1以前にすでに実際に使用されていた化学物質のうちで、意図された用途に、「一般に安全と見なされた」(Generally Recognized As Safe [GRAS])⁹⁾物質であれば、安全性の立証を必要としないで使用できるという例外規定がおかれていた。それゆえ、ほとんどのGRAS物質は、歴史的にも古くから食品に使用されてきたものという理由で承認されたものか、あるいは比較的単純な物質で本質的にも毒性が考えられないということで承認されたものであり⁸⁾、GRASリストに掲載されていたからといって必ずしも安全性を保障したものとはいえなかった。サッカリンは1958年以前から使用されていたということのみによって「一般に安全と認められた」物質に分類されたに過ぎない。ところが、GRASリストに掲載されていたチクロが使用禁止になった。これはサッカリンにとって大きな脅威であった。というのは、サッカリンとチクロの混合物¹⁰⁾は甘味料として質的にすぐれ、当時非常に重宝せられていた。それが、チクロの使用禁止措置により、パートナーであるサッカリンの安全性を確認する必要が出てきたこと、また、人工甘味料としてただ一つ残ったサッカリンの使用量が増大することが目に見えていたこと等がサッカリン安全性論議の背景をなしていた。

この年、Food & Drug Research Laboratoryの実験¹¹⁾でサッカリンの高濃度投与群にガンの発生が報告された。すなわちサイクラミン酸塩とサッカリンナトリウムの混合物(10対1)をラットに0.5 g/kg, 1.0 g/kg, 2.5 g/kg 2年間経口投与したところ、2.5 g/kg投与群の雄12匹中5匹に、雌22匹中1匹に膀胱ガンが観察された。この報告に引き続いて、Wisconsin大学のBryan¹²⁾がサッカリンの小球をラットの膀胱に埋込むという特殊な方法で膀胱腫瘍の発生を認めている。このBryanの研究報告が端緒となって、サッカリンの発癌性を巡って、その後10年間に及ぶサッカリン論争が展開されることになる。

まず、FDAは全米科学アカデミー(NAS)食品保護委員会(FPC)に対し、サッカリンの再検討を依頼す

る。この依頼に対し、全米科学アカデミー特別研究班は、1970年7月、サッカリンは有害でないとの報告書をFDAに提出¹³⁾。ただし、報告書には、FDAに対し長期間サッカリンを摂取する場合の影響については、今後さらに研究を継続することが必要であるという勧告がつけられている。新聞報道¹⁴⁾ではサッカリン調査「一応無害の報告書」となっているが、NASはサッカリンを無害であると断定したのではなく、現在入手できる資料では有害でないと判断しうるにすぎなく、今後実験を重ねることが必要である、とはっきりと述べている。そして、9月、FDAがサッカリンの使用制限を検討していることが明らかにされる¹⁵⁾。サッカリンは人体に有害との結論は出ていないが、クロロの禁止以来、サッカリンの使用が急増していることに鑑み、予防措置としてサッカリンの使用を現在の水準ないしはそれ以下に抑えることを目的としたものであった。さらに11月、サッカリンについて許容量を定めたり、使用対象食品を制限するなどの措置がとられることが明らかにされる¹⁶⁾。それによると、9月にNAS研究協議会が、これまでのデータをもとにして報告書をFDAに提出し、サッカリンの一日摂取許容量を、動物実験の結果に安全率30倍を見込んで15 mg/kg 体重/day (体重70 kgの人に換算すると1.05 g/day¹⁶⁾) とはじき出していた。それから7カ月後の1971年6月、FDAはNASの研究結果と勧告に基づき、ついに規制の具体的内容を明らかにする¹⁷⁾。サッカリンをGRASリストからはずし、使用制限を特殊な形で行う、つまり、摂取許容量にゆるやかな規制基準を設ける、果物缶詰など特定の食品のラベルに含有量の表示をつける、等の規制を行う可能性を示唆したのである。これは、サッカリンを食品添加物として暫定的に認め、研究が続けられて問題がはっきりするまで一時的に使用できるものとする、という考えに基づくものである。さらに7カ月後、FDAはサッカリンをGRASリストからはずし、成人一日当たり摂取量を最高1 gに制限するという暫定規制法を發布した¹⁸⁾。FDA長官は、今回の決定を「中間措置」とのべ、なお今後の動物実験の結果をまって新たに規制措置をとる予定である、とも述べている。FDAのこのような措置はFDA自らが行った実験¹⁹⁾、つまり、サッカリン0.01、0.1、1、5、7.5%含有飼料で雌雄各50匹のラットを飼育したところ、7.5%投与群の雄23匹中7匹に、雌31匹中2匹に、また対照群においても1/25の雄に膀胱腫瘍が観察された、という実験結果、および、Wisconsin Alumni Research Foundation (WARF) が行った実験で膀胱腫瘍が観察されたという実験結果²⁰⁾に基づくものである。WARFの実験も本質的にはFDAの実験と変わりなく、実験動物の数が雌雄各20匹、実験期間が100週間となったにすぎない。実験結果では、5%添加飼料群の雄ラット15匹中7匹に悪性と思われる膀胱腫瘍が観察されたが、それ以外には腫瘍の発生が観察されていない。FDA、WARFによる二つの研究は、アメリカばかりでなく、ヨーロッパの専門家によっても病理組織学的に検討されたが、サッカリンそれ自体に発癌作用があるのか否か、確定しえなく、かえってWARF、FDAの実験で得られた膀胱腫瘍がサッカリン自体によって持たされたものなのか、あるいはサッカリンに含まれる不純物、つまりオルトトルエンスルホンアミド (OTS) によるものか疑問が持たれる結果となった²¹⁾。

この間でもFDAにはサッカリンの発癌性を巡って絶え間なく疑問が提出せられ、その結果、1972年6月、FDAはNASに対して再度サッカリンの安全性調査を要請した。NASは、1970年の吟味以後に行われた実験研究を2年半にわたって調査審議した結果、1974年12月「人間の食物中のサッカリン及びサッカリンナトリウムの安全性」という報告書²²⁾をFDAに提出する。その内容は、サッカリンを実験動物に経口的に投与した時に発癌作用があるのか無いのか結論付けることは出来ない、というものであった。しかしながら、NASはサッカリンの発癌性を決して否定したものではなく、発癌物質であるか否かを明らかにするために、また、公衆の健康に危険を及ぼすものであるか否かを決定するために次のような実験をすることも同時に勧告したのである。1) サッカリンに含まれる不純物、特にOTSの発癌性について、2) サッカリンが妊婦から胎児に移行し、胎児に癌を起こす可能性があるか否かについて、3) サッカリンの大量摂取による尿組成の変化、その変化と膀胱結石との関係、さらに4) サッカリン常用と発癌率との関係を調査する疫学的研究。

この報告書が出されたのと同じくして、先に FDA, WARF の報告を契機に疑問が出された問題を解決すべく、74 年カナダの健康保健局 (Health Protection Branch) によって、OTS の発癌性、およびサッカリンが妊婦から胎盤を通して胎児へ影響力を持つのか、否かを明らかにするためにラットによる二世代にわたる毒性試験が開始された。この実験結果²³⁾は 77 年に公表されており、それによるとサッカリン 5% (2,500 mg/kg/day) 添加飼料を雌・雄 100 匹のラットに生きている限り投与したところ、雄ラット 7 匹に膀胱腫瘍が発生。さらにこれらラットの子ども 100 匹にサッカリン添加飼料を投与したところ雄 12 匹、雌 2 匹に膀胱腫瘍が発生した。対照群からは 1 匹に腫瘍の発生が見られたが、OTS 単独 (2.5, 25, 250 mg/kg/day) で飼育されたラットには腫瘍が見られなかった。「経胎盤・二世代飼育」という方法をとっているこの実験は、妊娠中のラットを使って、胎盤を通して胎児にも間接的にサッカリンを投与、親子二代にわたる影響を見たものであり、その結果二世代のラットにより多く腫瘍の発生が見られている。FDA はこの「実験結果はサッカリンが実験動物の膀胱癌の原因であることを明白に示している」²⁴⁾ものと重要視し、77 年 4 月 15 日、食品、飲料品、化粧品およびほとんどの医薬品にサッカリンの使用を許していた暫定的な食品添加物取締規則を廃止する提案を発表した²⁴⁾。FDA がこのようにサッカリンの使用禁止を打ち出した背景には、当然カナダの実験結果が重要な役割を演じているが、それ以外に前年アメリカ会計検査院 (GAO) が、「過去の動物実験の結果、発癌性の疑いが示されており、しかもその安全性が立証されていないのに、FDA がなんらの措置もとらないのは危険である」²⁵⁾として、FDA に使用禁止の検討を求めていることにもよる。しかしながら、サッカリン使用禁止の決定に対し、国民の反発は強く、サッカリン禁止措置はその後右余曲折を迎える。

使用禁止措置提案に対する抗議は、アメリカ 1,000 万人にものぼる糖尿病患者に極めて重大な影響を及ぼす可能性がある、という保健衛生の面からの必要性を訴えるものから、サッカリン製造業界、清涼飲料業界、製薬業界等のように経済的側面からサッカリン使用の必要性を訴えるものなど、一般民衆をも含めてその抗議はとどまることをしなかったという²⁶⁾。当時、アメリカにおけるサッカリンの使用は、糖尿病患者²⁷⁾にとって必要というよりは、ダイエット用清涼飲料水に使用される方が圧倒的に多く、年間消費量 600 万ポンドのうちの 3/4 がソフトドリンクに使用され²⁸⁾、しかも、国内だけの生産では足りなく、遠く日本²⁹⁾、韓国からの輸入に頼っている状態であった。つまり、サッカリンの使用が禁止されると、実際問題として企業、一般民衆に与える影響の方がずっと大きかったわけである。

このような一般民衆、企業の強い抗議によって、FDA は全面禁止から一步退いて医療上必要なものだけを許可するという方針にかえ、また、議会がサッカリン禁止措置を阻止する法案を審議する事態となった。そして 11 月、上院は 18 か月間はいかなる形のサッカリン禁止も行わない、という法案を可決した²⁸⁾。ただし、この法案はサッカリンを含む食品に注意喚起のラベルを表示し、また、そうした食品を売る自動販売機にも警告文を貼ることを義務付けた。下院も同じ法案を可決し、11 月 23 日、カーター大統領の署名により、サッカリン禁止の延期が法的に決定した。

禁止の延期に伴い、FDA は NAS に対して、サッカリンの効用と危険を評価するための、疫学的な調査を含めた科学的情報の再検討を要請した。

NAS の調査結果は 2 回に分けて報告され、78 年 11 月の第一回報告では、次のような結論が出された。

- ア) サッカリンは発癌性は弱い³⁰⁾が、動物においては発癌物質であるし、人間にとっても発癌物質となる可能性がある (弱い発癌物質)
- イ) サッカリンは他の発癌物質の発癌効果を促進させる作用がある (癌プロモーター)
- ウ) 不純物は発癌物質ではない

というものであった。つまり、NAS は初めてサッカリンに発癌作用を認めたのだということが出来よう。しかし、この報告により、サッカリンの使用がただちに禁止になるということではなく、NAS の二回目の報告³⁰⁾

後、上院、下院においてサッカリンの禁止の延期期間 (moratorium) を延長するか否かについての意見を聞くために聴聞会が開かれ、さらに moratorium を延長するための法案が議会で提出され可決される。その結果、moratorium は 1981 年 6 月 30 日まで一旦引き延ばされ、さらに 1983 年 6 月 30 日まで延長された。

この間、サッカリンと膀胱癌との関係を調査した疫学研究³¹⁾ が公表されるが、いずれもサッカリンと膀胱癌との因果関係をはっきりと認めるものでなかったことが、moratorium 延期につながったと見る事が出来る。しかし、実際は、これら疫学調査が因果関係を否定したものでもなかったのである。調査対象者全体を見れば、人工甘味料摂取者の間に膀胱癌が多く見られるということはなかったが、一部のグループ、すなわち人工甘味料を沢山使う人達、たとえば、人工甘味料を使用した清涼飲料水を一日に 2 本以上飲む人は膀胱癌になる危険性が 60% 高まるし、また、喫煙者で人工甘味料も使う人は、ヘビースモーカーではあるが、人工甘味料を使用しない人に比べて膀胱癌になる危険性が高まる、という結果が出ていた。しかし、人工甘味料摂取者のうち、ある特定のタイプの者にしか該当しないこともあって、サッカリン問題を解決しうる程の影響力を持ちえなかった。また、ハーバード大学公衆衛生学部が行った疫学調査においても、報告者の結論はサッカリン摂取者が尿路ガンにかかりやすいということはほとんどない、ということであったが、人工甘味料入りの清涼飲料水を一日に三本以上飲む人は、それ以下しか飲まない人に比較して尿路ガンにかかる危険性が高まる、という結果が出ていたのである。

これら疫学調査結果に対し、アメリカガン協会 (NCI) の Dr. Hoover³²⁾ は、「サッカリンが微弱な発癌物質であるとの実験室 (動物試験) の証明と一致すると解釈できるし、他方、発癌性の証拠を示していないとも解釈しうる。」と述べている。

このように、疫学研究は必ずしも人間への危険性について正確な推定を行いうる程の精度を持っていないし、また、サッカリンのような弱い発癌物質の作用を認定するほどの力も無い、ということも出来ようが、これら疫学調査の結果が moratorium を延期させてきた一つの要因ともなっている。

以上、アメリカがサッカリンに対し、ここ 10 年間どのような動きを示したか、時を追って見てきたが、化学物質を規制することの難しさを端的に示した好例といえそうである。毒性が非常に強い物質、たとえば、アフラトキシンのように強力な発癌物質であるなら、その危険性についてのコンセンサスは得られやすく、規制は簡単に行われようが、サッカリンのように毒性が弱く、ある実験条件では発癌作用は認められるが、ある条件では現われない、というような物質においては、科学的評価が如何に難しいか、そしてそれに伴い規制も簡単には行うことが出来ないのだということを、サッカリン問題はわれわれに教えたのだともいえよう。

ロ) わが国の規制の動き

アメリカのこれら一連の動きに対し、わが国はサッカリンに対しどのように対処したのか。1970 年 1 月 26 日の朝日新聞に「サッカリン初めて毒性にメス 国が 3 年計画」という見出しで、国立衛生試験所がサッカリンの長期毒性試験に着手したことが明らかにされた。サッカリンの毒性を問題にした背景は、アメリカの場合と全く同様にして、前々年 7 月にズルチンが、前年 11 月にチクロが発癌性のために指定削除され、当時唯一残った人工甘味料サッカリンの使用が増大し、その安全性を確認する必要があったこと、また、サッカリンとチクロの混合甘味料が、その甘味の良さから当時非常に重宝せられ、それゆえ、サッカリンのパートナーの安全性問題の弾劾が、サッカリンについても安全性調査をさせる端緒になったということが出来る。その後、国立衛生試験所の実験結果が出るまでに、アメリカでは、先に見たようにサッカリンの使用を巡って多くの手が打たれている。しかし、わが国では 1970 年 3 月 18 日、食品衛生調査会毒性部会が「FAO と WHO の合同添加物専門委員会が報告を検討した上で、今のサッカリン安全使用量を 1 mg/1 kg 体重/day を決めているので、いまずぐ問題にすることはしない」³³⁾ という、サッカリン取り扱いについての当面の態度を明らかにした。さらに、FDA がサッカリンを GRAS リストからはずして規制措置をとる予定であることが明らかにされた

ことに對し、1971年6月28日、厚生省はわが国の使用量では問題はないという見解³⁴⁾を示した。ところが、1973年4月の食品衛生法の改正(厚生省告示第98号)時に、サッカリンの食品への使用を全面的³⁵⁾に禁止し、11月より施行³⁶⁾する旨告示された。この決定がなされる前年1月に、FDAはサッカリンをGRASリストからはずし、成人1日当たり摂取量を最高1gにするという規制措置を発表している。この発表に對し、厚生省食品化学課長は「日本人が一日に摂取するサッカリンはわずか平均22mgで、1gの50分の1しかない、従って使用制限は現状では考えられない」³⁷⁾という談話を発表している。それにもかかわらず、なぜサッカリンは規制されたのか。「疑わしきは使わず」³⁸⁾という厚生省の方針に従ったまで、ということになるらしい。確固たる裏付けがあつてのことではないゆえか、その撤回も早く、施行後わずか1カ月半で再びサッカリンの使用が制限付きで復活するという事態となる(厚生省告示第341号)。サッカリンの使用禁止解除にあたり、食品衛生調査会の毒性・添加物合同部会が開かれ、内外の実験データを基にサッカリンの安全性が審議され、以下のような見解が出された³⁹⁾。

1. 一代の投与実験では発癌性は認められない。
2. アメリカの2世代にわたる実験で、2代目に膀胱癌の発生を認めているが、これは不純物が原因ではないかとの疑問も持たれている。
3. 現在決定的な結論を出すことは困難であり、さらに各種の実験を追加して行い、その結果をまて再検討を行う。
4. 人工甘味料の必要性という観点もあり、無作用量に十分な安全率を見込んで暫定的に1日許容摂取量を定める。
5. 暫定許容摂取量は、FDAにおいて2世代について行った慢性毒性試験の無作用量に安全率500倍を見込んで1日1mg/kgとする。
6. サッカリンの品質規格を改正し、不純物の含量を極力制限する。

以上から、表向き理由はサッカリンそれ自体の発癌性を否定する結果が得られたため、ということになるが、実際は4.の主旨が最大限生かされ、特定業界特に漬物業界の猛烈な陳情攻勢⁴⁰⁾によって、有害のおそれのない程度に認めたのだ、とも解釈されている(もちろん、真偽のほどはわからない)。このとき、たくあん漬、清涼飲料水等22食品に暫定的に使用上限基準(表III.2)が設けられ、たくあん漬の「0.05%以下(1kgにつき0.5g以上残存してはいけない)」を最高に、下はアイスクリーム類、菓子、菓子パン、清涼飲料水、乳酸菌飲料、醬油、味噌等の「0.005%以下」まで、全体として禁止前の使用量の半分に抑えられた。暫定ADIは無作用量に安全率500倍を見込んで設定されているが、一般に使用基準を決定する場合、最大無作用量に100-200倍の安全率しか念頭に置かないことを考えると、規制は非常に厳しいものであったといえるのか、それとも安全性に自信がもてないのに禁止解除に踏みきった結果なのだと見る事が出来るのか。

基準が「暫定」となっているのは、3.の理由からもわかるように発癌性の有無について決定的な結論を出す事が出来なかったためにとられた措置であると解されるが、見方を変え、将来さらに基準を緩和するための措置であったとも受け取れる。事実、これからわずか5カ月後基準が大幅に緩和される。

緩和において大きな役割を果たしたのが国立衛生試験所が行った実験データ⁴¹⁾である。この実験の目的は、1969年のFood & Drug Research Laboratoryが行った実験の追試、ならびにサッカリンの慢性毒性を再検討するために行われたものである。サッカリン、サッカリン+サイクラミン酸ナトリウム(1:10)を各々飼料に混入して2.5g/kg/dayを28カ月投与し、血液学的、血清生化学的、病理学的検索を行った。その結果、成長抑制は見られたが、膀胱においては肉眼的にも組織学的にも腫瘍の発生は見られなかった。ただ、サッカリンとサイクラミン酸ナトリウムの混合物を投与したラットの精巣において精上皮に強度の変性・消失が認められたが、サッカリン投与のものには変化はなかった。

表 III. 2 サッカリンの使用基準

対 象 食 品	昭 48.12/暫定基準 (%)	昭 50. 5/緩和基準 (%)
魚 介 加 工 品	0.04	0.12
魚 肉 ね り 製 品	0.01	0.03
み そ	0.005	0.02
し ょ う 油	0.005	0.05
ソ ー ス	0.03	0.03
酢	0.03	0.03
酢 (3 倍以上希釈するもの)	0.09	0.09
飲料 (アルコール飲料除く)	0.005	0.03
飲料 (濃縮果汁, 粉末清涼飲料, 乳酸菌飲料の原料)	0.025	0.15
菓 子	0.005	0.01
氷 菓	0.005	0.03
発 酵 乳	0.005	0.02
アイスクリーム類	0.005	0.02
海 藻 加 工 品	0.04	0.05
煮 豆	0.02	0.05
あ ん 類	0.02	0.02
菓 子 バ ン	0.005	0.01
ジャム, フラワーペースト	0.02	0.02
つ く だ に	0.02	0.05
たくあん漬, 酢づけ, こうじ漬	0.05	0.2
その他のつけもの	0.02	0.02
しょう油漬, みそ漬, かす漬	0.02	0.12
上記以外のびん詰, 缶詰食品	0.02	0.02

50年4月23日食品衛生調査会毒性・添加物合同部会において上記衛生試験所の報告, WHO の評価, FDA の見解などに関して審議が行われた結果,「サッカリンの膀胱腫瘍発生に関する疑問は拭かれた」⁴²⁾との結論に到達し,さらに,4月30日サッカリンの最大安全量および安全係数の決定に関する審議が行われた。その結果,「WHO の最大安全量としている 1.0% 及び安全係数としている 1/100 が妥当である」⁴²⁾とする意見の一致を見,一日摂取許容量を体重 1 kg 当たり 1 mg から, 5 mg (WHO の基準)に変更する答申を行った。実際の使用基準は暫定基準の 3 倍に抑えられたが,使用基準の変更は醤油の 10 倍を最高に清涼飲料水,氷菓の 6 倍等ほとんどの食品において大幅アップが認められた(表 III. 2)。

この緩和に対し,日本消費者連盟等 50 団体で組織する「サッカリン追放連絡会」の代表が厚生省をたずね,使用禁止の要求書を提出し,さらにメーカー 9 社に「全商品ボイコットも辞さない」という申入書を郵送⁴³⁾した。また,厚生省環境衛生局長および食品課長が「サッカリンの大幅使用量緩和は,安全性検討の資料を操作し,ごまかした結果だ」⁴⁰⁾として,日本消費者連盟代表委員等から虚偽公文書作成,同行使で告発され,東京地検は 51 年 4 月 30 日,これを正式に受理,捜査に乗り出すということも起きている。

わが国がサッカリンの発癌性を否定し,使用基準の緩和に踏み切った後の 52 年 (1977 年),前述したカナダの実験結果が発表され,アメリカ,カナダがサッカリンの使用禁止措置をとる⁴³⁾ことが明らかにされた。これに対し,52 年 3 月 15 日,参院予算委員会でこの問題が取りあげられ,「我国でも禁止の方向で検討すべきで

はないか⁴⁵⁾という追及に対し、渡辺厚生大臣は「カナダのデータを専門家に十分検討してもらったうえで決める」⁴⁵⁾と答弁し、早急に結論を出す考えのないことを明らかにしている。その後、わが国はアメリカ、カナダに歩調を合せることなく、サッカリン使用禁止措置に出ることはなかった。それはこの実験に対する日米間の評価の違いに基づくものであったと解される。つまり、カナダの実験は、OTS が原因でサッカリン投与のラットに膀胱癌が発生したのか否かを検討するために行われたのであって、サッカリンを主役にした実験なのではなく、結果的に OTS 投与のラットには腫瘍の発生が見られず、サッカリン投与の方に膀胱癌が観察されたが、実験本来の目的とは別なものであり、これをもってクロとは断定できない⁴⁶⁾。また、この実験で使用されたサッカリンは米国製のもので、わが国のものとは材料、製法も異なっており、それゆえ、サッカリンといっても同じに扱うことは出来ない⁴⁶⁾という理由に基づくものであったといわれる。サッカリンに含まれる不純物の発癌性については、その後も研究報告⁴⁷⁾が出され、p-toluensulfonamide, Mono-potassium p-sulfo-benzoic acid 等の発癌性は否定されている。

以上、アメリカ、日本におけるサッカリンへの対応を時を追って見てきたが、サッカリン問題は両国ばかりでなく、世界中を巻き込んで論争されたにもかかわらず、今もって科学的な決着を見ていない。サッカリンに発癌性があるのか否か、サッカリン摂取と膀胱癌ととの間に因果関係があるのか否か、発癌性がないとしたら、なぜ多くの実験において膀胱腫瘍が観察されたのか、それらの疑問に対し、明確な解答が得られぬままサッカリン論争は何時のまにか下火になった。わが国においては50年の緩和基準を再検討することなく、現在まで引き続きその基準が使用されている。そして人々の意識の中からサッカリン問題が消失したのを見計らうかのように、最近サッカリンが静かにわれわれの食生活に登場している。それは「シュガーカット」⁴⁸⁾に代表される低カロリー甘味料としてのサッカリン使用食品である。健康食品がブームになるにともない、「肥満、糖尿病予防用として（売行きは）着実に伸びており、最近では発癌性なんて言うてくる人はほとんどいません⁴⁹⁾」という状態である。それは、たとえ、サッカリンが含有されていようが、低カロリー甘味料は、肥満防止、糖尿病予防の健康維持のために必要なものとして人々に受け入れられてきたことを示すのか、それともサッカリン問題なんて聞いた事もないという人達が増えてきたことを示すのか。いずれにしてもサッカリン問題は安全か否か、という側面と同時に、本当に肥満や糖尿病に効果的であるか否か検討されねばならない局面を迎えたといえよう。

註

1) 中島常雄編 『現代日本産業発達史 XIII 食品』200頁。

2) 東京清涼飲料協会編 『日本清涼飲料史』952頁。

3) 『清涼飲料ハンドブック』5頁 光琳書院(昭和37)。

清涼飲料業界における組合の設立は、昭和15年の日本清涼飲料工業組合連合会をもってはじまるが、当時、商工省から砂糖の配給を受けるには工業組合法による工業組合でなければ配給物資は受けられなかった。そこで、昭15.7.30同組合の設立を見たが、19年工業組合法が廃止され、統制組合法が發布されるに及んで清涼飲料工業統制組合が設立する。

4) 東京清涼飲料協会編 前掲書 953頁。

5) 中島 前掲書 377頁。

6) 中島 前掲書 378頁。

7) 『田辺製薬305年史』182頁(昭和58)。

8) Dodgen, D. New Food Ind. 18 [6] 41 (1976)。

1958年以前にもチクロのように毒性学的に研究された物質もあった。チクロはGRASリストに掲載されたが、それは当時の科学水準、暴露データに基づいた判断では陰性であったためである。

9) Price, J. M. et al.: Science 167 1131 (1970), Dodgen: 前掲40。

GRAS物質とは、1958年1月1日以前に食品中に使用されていたもので、専門学者により「一般に安

全と見なされた」品目であるが、「一般に」といっても、FDA が 900 人の専門家に資料を送付し、355 人の解答によって安全性を検討し、リストを作成したにすぎない。1959 年 11 月の第一次 GRAS リストにはサッカリン、チクロ等約 200 目品が掲載されている。

- 10) Helgren, F. J.: J. Amer. Pharm. Assoc. **54** [6] 353 (1955).
Na サッカリン: チクロ=1:10-12 の混合物は、チクロがサッカリンの苦みを消す効果が良かった為に利用されていた。
- 11) Oser, B. L. et al.: Federation Proc. **28** 743 (1969).
- 12) Bryan, G. T.; Erturk, E. et al.: Science **168** [3936] 1238 (1970).
- 13) FDA: Fed. Regist. **42** [73] 19997 (1977).
- 14) 毎日新聞 (夕) 昭 45. 7. 23.
- 15) 日本経済新聞 昭 45. 9. 19.
- 16) 朝日新聞 (夕) 昭 45. 11. 30.
日本人の場合、体重 50 kg とみなすと、0.75 mg/kg となる。
- 17) FDA: Fed. Regist. **36** 12109 (1971).
朝日新聞 昭 46. 6. 23.
- 18) FDA: Fed. Regist. **37** [21] 2437. (1972).
最高 1 g というのは、清涼飲料水 7 本 (340 ml 詰) 分に含まれるサッカリンの量である。
- 19) Taylor, J. M. et al.: 経過報告 FDA project-P-169-70 (1973), Fed. Regist. **42** [73] 19999 (1977), 最終報告 Toxicol. Appl. Pharm. **54** 57 (1980).
- 20) Tisdell, M. O. et al.: Symp.: Sweeteners 1973 145-58.
Fed. Regist. **42** [73]: 19999. (1977).
- 21) Fed. Regist. **42** [73]: 20000. (1977).
- 22) Fed. Regist. **42** [5]: 1461. (1977).
- 23) Arnold, D. L., Munro, I. C.: Science **197** [4301] 380 (1977).
- 24) Fed. Regist. **42** [73]: 19996. (1977).
- 25) 北海道新聞 (夕刊) 昭 52. 3. 11.
- 26) Hunter, B. T. 『砂糖の罠』172 頁 日貿出版 (1983).
- 27) Hunter, B. T. 前掲書 164 頁.
医療用に消費されるサッカリンの量は全体の 15% にすぎなく、また、総ての糖尿病患者がサッカリンを使用しているのではなく、糖尿病患者のほぼ 1/3 だという。
- 28) Liecos, Chris: Consumer, September 1981.
- 29) 化学と工業 **78** [7] 497 (昭 50), 読売新聞 昭 52. 3. 11.
生産量、輸出品共に横這い状態で、生産量は年間 3,000 t 前後、輸出は年間 2,000 t 程でそのうち 50% 前後がアメリカ向けであった。
- 30) サッカリンの安全性についてのみの報告ではなく、食品の安全性一般に関する法律の洗いなおしを求めている。
- 31) Hoover, R. et al.: Progress report to FDA from NCI concerning the National Bladder Cancer Study. NCI (1979).
Morrison, S. A.: New Engl. J. Med. **302** 537. (1980).
- 32) Hoover, R.: New Engl. J. Med. **302** 573. (1980).
- 33) 毎日新聞 昭 45. 3. 19.
- 34) 東京新聞 昭 46. 6. 28.
- 35) 栄養改善法第 12 条の規定による特殊栄養食品の許可を受けた食品には使用が認められた。
- 36) 北海タイムス 昭 51. 5. 1, 清飲通信 昭 48. 12. 1.
施行迄約 7 カ月の猶予期間をおいたのは食品業界の事態対応のため、と厚生省は説明。また、この期間に全国漬物協同組合連合会は国会議員に働きかけ、「11 月からの禁止は、それまでに用意した 'つけ床' などは対象にしない」という厚生省通達をとりつけた。つまり、スカなど 2 年分、3 年分の漬物用資材を用意すると禁止措置も直接影響しない、という尻抜け規制となった。
- 37) 朝日新聞 (夕刊) 昭 47. 1. 29.

- 38) 日本経済新聞 昭 48. 4. 27.
- 39) 厚生省環境衛生局食品化学課：食品衛生研究 24 [30]：203 (1974).
- 40) 北海タイムス 昭 51. 5. 1, 東京清涼飲料協会編：前掲書 1075 頁.
- 41) 降矢 強, 池田良雄：日本薬理学雑誌 7 [7] 1-111 (1975), 食品衛生研究 35 [9]：680 (1975).
- 42) 食品衛生研究 35 [9] 678 (1975).
- 43) 東京新聞 昭 50. 7. 25.
- 44) 禁止措置の方針に対し, 我国厚生省は「以外なことだ」という受けとめ方をしており, 食品衛生課では「食品への使用禁止まで数カ月期間を置いているのは, 発癌性があるにしてもそんなに強くないのではないか。至急詳細なデータを取りよせて検討する」という談話を発表。日本経済新聞 昭 52. 3. 11.
- 45) 毎日新聞 昭 52. 3. 16.
- 46) 日本経済新聞 昭 52. 4. 25.
- 47) Poncelet, F.; Lederer, J. et al.: Food Cosmet. Toxicol. 18 [4] 453. (1980).
- 48) 容器の成分表示には, 還元麦芽糖水あめ 99.4%, サッカリンナトリウム 0.55% となっている。国の許可を受けた特殊栄養食品扱いのため, サッカリの使用は全く自由である。
- 49) 朝日新聞 昭 57. 12. 26.

IV. 今, なぜ人工甘味料なのか

(1) サッカリンに対する現在の科学的評価

1970 年代に, サッカリンの発癌性を巡って世界を巻き込んだ論争になったにもかかわらず, その論争も何時のまにか下火になった。しかし, サッカリンの安全性に関しては今もって決着をみているわけではない¹⁾。ただ論争が行政サイドを離れ, 科学的レベルで行われているというにすぎない。そして 1978 年の NAS の報告以来, 研究の動きとして, サッカリン自体の発癌性の有無に関する研究に代って, サッカリンが癌 promoter か否かという点に研究²⁾の主眼が移って来たといえよう。サッカリンを発癌物質というよりは promoter であると考えた場合, 発癌性ありという研究結果はどのように説明されるのか。この点について, Boyland, E.³⁾は, 膀胱癌がサッカリン摂取によって引き起こされたというすべての実験がラットにおいて明らかにされたものであり, それは, ラットの尿や膀胱上皮が発癌 initiator として働く物質をマウス等他の動物よりも多く含むことによるのかもしれない, それゆえ, 膀胱腫瘍の発生はラットの持つ内因性 initiator とサッカリンの promoting 作用によるのだという見解を述べている。さらに, サッカリンはサルモネラ菌を用いての Ames テストにおいて陰性⁴⁾を示し, 動物や人間の体内ではほとんど分解せずにそのまま排出される⁵⁾, DNA と反応しない⁶⁾等によって発癌性ありと考えるよりは promoter と見る方が妥当であるという意見も述べている。また, 現在 promoter としての一つの特徴が, 学問的に prior initiation なしでさえ標的器官に分化を伴わない細胞の異常増殖 (hyperplasia) を起こさせる能力を持つもの⁷⁾と捉えられており, 最近のサッカリンの毒性に関する研究報告⁸⁾ではラットの膀胱に上述の知見が観察されている。Murasaki 等⁸⁾は「サッカリンが弱い発癌物質であると報告されてきたとしても, 最近の研究結果の集積は, サッカリンの膀胱癌における最大の役割は promoter としてである」と言明している。

それでは現在の科学的評価に則って, サッカリンを発癌物質ではなく promoter であるという見解を認めた場合, サッカリン使用はどのように捉えられるのか。

引き続き Boyland の見解を紹介しよう。「サッカリンが無害であるという証拠はない。promoter が完全な発癌物質でないとはいえ, ある条件のもとでは癌発性を促進させる。そのような時には, promoter は完全な発癌物質と同様に危険である。しかし, サッカリンが promoting 効果を持つためには大量に摂取しなければならない (1 kg/kg 体重以上) ので, サッカリンが重大な危険を生み出す可能性はない。サッカリンの使用には危険はあるが, それは非常に低く, 利益の方が大きい」という考えを明らかにしている。つまり, サッカリ

ンの現時点における使用量では、われわれに危険を及ぼすよりも利益をもたらすことの方が大きく、使用は認められるべき、という結論になるのであろう。

では、サッカリンの使用がわれわれにもたらす利益とは一体何であるのか。

(2) サッカリンの必要性 —サッカリンが我々にもたらす利益とは—

終戦直後の砂糖事情の劣悪状態と異なり、現在のように消費物資が豊富にある時に、何故人工甘味料が必要とされるのか。

戦後の砂糖欠乏時から現在まで、サッカリンは絶えることなく使用し続けられ、しかも昭和40年後半から50年前半のサッカリンの発癌性を巡る大論争時にも、サッカリン生産量は拡大されている⁹⁾。戦前におけるサッカリンの使用は、サッカリンの持つ砂糖に対する優位性によって説明しえたが、現在、戦前と異なり砂糖を購入しうる経済的基盤をほとんどの日本人が持っており、それゆえ、サッカリンの持つ短所を我慢してまで価格的に安いサッカリンを使用しなければならない状態にはない。しかも、今もってサッカリンの安全性について科学的に決着がついているわけでもないのに、何故サッカリンが必要とされるのか。

最大の理由は人工甘味料の持つノンカロリーという特性に基づくのではなかろうか。この特性ゆえに、「人工甘味質取締規則」においても例外規定をおき、糖尿病患者のためにサッカリンの使用を認めるという措置が為されたが、この特性は決して一般の使用を認める程の要因にはならなかった。しかし、現在、人工甘味料のこの特性が人工甘味料使用を正当化する大きな要因になっていると外観上思われる。それは、食生活の進歩が過剰なカロリー摂取、つまり肥満を持たらし、糖尿病や心臓疾患へと連なる現象を生み出しているからに他ならない。単位重量当たりカロリーは砂糖よりも脂肪の方が多い¹⁰⁾にもかかわらず、肥満防止のカロリー制限として甘味料が問題とされ、そのために砂糖に代るべきノンカロリー甘味料であるサッカリンの使用が正当化されているのではなかろうか。脂肪よりも砂糖が問題とされる背景には、砂糖が人々の絶ちがたい欲望である甘味嗜好を充足させるために存在し、それゆえ、甘味嗜好を満足させながらカロリーを抑える方法としてノンカロリー甘味料に頼らなくてはならないという結論に至ったからであろう。アメリカがサッカリンの使用禁止措置を打ち出したとき、社会的反響は大変大きく、糖尿病協会も、サッカリンの使用禁止はアメリカの1,000万人にもものぼる糖尿病患者に極めて重大な影響をおよぼす可能性がある、と警告したという¹¹⁾。では、サッカリンは本当に糖尿病患者にとってなくてはならないものなのか、また、サッカリンの使用は肥満に悩む多くの人々に幸福をもたらすものなのであろうか。科学的データを基にこれらの点を明らかにし、サッカリンの必要性について検討してみよう。

一般に肥満がなぜ起きるのかというと、原因は種々考えられ、体質的因子、中枢性因子、精神的因子、代謝性因子、社会環境因子、運動不足等¹²⁾の要因があるが、結果的には摂取カロリーが消費カロリーを越えるために脂肪の蓄積を起こすことにほかならない。そして肥満がもたらす具体的障害¹²⁾として 1) 心臓に対しては送血量の増大による負担の増加とともに、心臓自体にも脂肪沈着、脂肪代謝の異常をきたし、さらに冠動脈の硬化から心筋梗塞、狭心症などを誘発させる危険性 2) 血中コレステロール、 β -リポタンパクの増量により動脈硬化をおこす危険性 3) 肝臓では脂肪肝、肝障害を起こす危険性 4) 脂質代謝の亢進によってインシュリン必要量が増加し、耐糖能の低下、高血糖から糖尿病誘発の原因ともなる危険性等である。一方、糖尿病¹³⁾は、血糖を下降するように働いている膵臓ランゲルハンス島 β 細胞から分泌されるインシュリンの不足によって起り、多尿、多飲、頻渴、多食を訴え、高血糖と糖尿を主要な特徴とする。そして、インシュリンの不足から体内糖代謝の障害、2次的には脂肪および蛋白代謝の変調を来し、種々な障害が起きる。

そこで肥満防止、糖尿病治療には、低カロリー、低血糖、インシュリンの分泌を促すことが必要となってくる。もし、サッカリンがこれら要求を満たすことが出来れば、サッカリンの使用は肥満防止、糖尿病治療ないし予防に非常に効果があることになるう。

ところが今までに公表された、実験動物や被験者にサッカリンを投与する実験結果から、サッカリンが肥満や糖尿病に効果的であると断定しうる状況にはない。サッカリンと血糖値との関係では、三様の結果が報告され、血糖値を下げる¹⁴⁾、血糖値を上げる¹⁵⁾、サッカリンを投与しても変化がない¹⁶⁾ というものであり、また、インシュリンの分泌とサッカリンとの関係においても正反対の実験結果が得られている。つまり、サッカリンの甘味がインシュリンの分泌を促す作用がある¹⁷⁾、とする報告、また、無い¹⁶⁾、とする報告に分れる。さらに、サッカリンとトリグリセリド(中性脂肪)との関係では、サッカリンがトリグリセリドを増加させる働きがある、つまり、肥満防止とは逆の働きがあるという報告¹⁹⁾ もなされている。

これらの報告から、サッカリンが糖尿病の治療に、肥満防止に効果があるとはとても判断がつかない。もし、サッカリンに血糖値を下げる働きがあると認めるなら、神経生理学的空腹感によって、結果的に過剰な食物摂取に結び付く可能性もある、という考え方もできるのである。つまり、血糖レベルの低下が脳の視床下部外側(Lateral Hypothalamic area, LH)に働き食行動の引金になるという糖定常説(動物の摂食行動は血糖レベルによって調節される)によって、血糖値の低下は、むしろ食欲増進効果があるということになり、サッカリン摂取は痩せるどころか太る原因にさえなりかねない。血糖値を低下させる働きがあると認めるならば、理論的にサッカリンの使用を不利なものにするとさえいえよう。また、サッカリンに、サッカリン摂取による味覚刺激でインシュリンを分泌させる働きがあるのだと認めるならば、次のような事が考えられる。インシュリンは普通の状態では食物摂取を増加させる働きがある、つまり、インシュリンそのものは血糖降下作用があり、血糖が低下すると胃液分泌が高まり空腹感が出てくる。その結果食物摂取が増加するという図式である。そして、インシュリンの分泌は一般にグルコースが存在することによって促進されるので、食物摂取量が増加することが考えられるが、1970年代初めの研究²⁰⁾では、グルコース濃度が高まれば食物摂取量が減少するのだ、という今までの議論とは正反対の実験結果が報告された。しかし、グルコースとサッカリンが共存することによって食場摂取量の減少を招かない²¹⁾という報告がその後出され、さらに、Merkelら²²⁾は、3.5%-glucoseがサッカリンと結びついた時に、一時的に血液中の glucose 濃度が低下し、その結果食物摂取量が増加する場合もありうるのだ、という報告も発表されている。

だが、サッカリンの味そのものがインシュリンの分泌を引き起す作用があるのなら、糖尿病患者のように、インシュリン不足から体内糖代謝の障害を持つ人々にとってサッカリンは有用な物質ということになる。

だが、残念なことにこれらは一つとして科学的に普遍性を持つものではない。Weinser²³⁾は糖尿病患者に対する食事療法で人工甘味料の使用や必要性を支持していないし、また、アメリカ国立ガン研究所の R. Hoover²⁴⁾は、「たとえ多くの医師が、糖尿病患者に、肥満防止に、そして虫歯予防にサッカリンが重要なものであると信じているとしても、サッカリンがわれわれの健康にとって利益になるという科学的証拠はない」と言明している。

以上のような報告に基づいて考えると、サッカリンの持つ経済効果²⁵⁾は別にして、サッカリンは本当に利益を持たすものなのか、という問いに対し明確な解答は得られない、とさえいえよう。糖尿病や肥満に苦しむ人達にとっても甘味嗜好は抑え難い欲求であろう。その場合、少しでもカロリーが少なく、しかも甘味嗜好を満足させてくれるものを、と考えるのは極めて自然である。一日に砂糖 100 g をノンカロリー甘味料で置換えると計算上、400 カロリーの節減量になることは、単純なカロリー計算から求まるであろう。だが、ある疫学調査²⁶⁾はノンカロリー甘味料が必ずしも体重減少をもたらすものではないことを示している。147 人の肥満患者を対象に3年間にわたって調査したところ、人工甘味料使用者と非使用者との間で体重減少した人の数において有為な差が認められなかった、というものである。また、B. Cohen²⁷⁾は、肥満防止のためにカロリーの無いサッカリンを摂取する時の危険性はカロリーの取りすぎによる危険性に匹敵するという興味ある論文を発表している。それによると、10% オーバーウェイトの人にとって、一本のダイエット清涼飲料水を飲むことによる

危険性は9秒の寿命短縮を引き起し、それはカロリー1 kcalの取りすぎによる危険性にほとんど等しい。それゆえ、ダイエット清涼飲料水一本が1 kcal以上のカロリー減になるのならサッカリン使用によって持たせられる利益は危険性を越えるものになる、と結論付けている。

サッカリン使用が、結果的に肥満防止に繋がり、あるいは糖尿病にとって効果があるものとは言い切れなく、しかも毒性的に危険性が完全に否定されない現状において、サッカリンの使用が、これまでどおりノンカロリーゆえに必要なのだという議論をもって使用し続けられてよいものか、疑問が生じよう。先の Dr. Hoover の論文において、「毒性に関するあらゆる証拠があり、それが（サッカリン使用によって持たせられる）利益の客観的証拠の欠如と比較考量される時、糖尿病でない子供達あるいは妊産婦によるサッカリンの使用や、妊娠年齢にある若い女性達による多量な使用、また誰にせよ過度の使用は良くないことであり、医学界によって積極的に阻止されるべきである」という彼の言葉にわれわれは耳を傾ける必要があるのではないか。

たとえ、サッカリンが法的に禁止される程の毒性を持っていないにしても、サッカリンの使用を野放しで認める程、サッカリンはわれわれに利益を持たせるとは認められない。しかしながら、サッカリンが科学的に肥満にとって効果が有るものだといえないにしても、肥満に悩む人々にとって、サッカリンの存在は精神的に大きい意義のあることかもしれない。甘いものの大好きなアメリカ人にとって「サッカリンに対する信頼感と依頼感は絶大なものがある」¹¹⁾と言われるし、また、わが国においても低カロリー甘味料が消費者から名指しで売れるということは、ノンカロリー、低カロリーという言葉が持つ威力は科学的証明を越えるものなのかもしれない。肥満や糖尿に悩む人達が、癌にかかるかもしれないという不確実な危険性よりも現実の肥満解消を選ぶ価値観で生活していることを、われわれは無視したり、否定することは出来ないのではないか。

だが、肥満に無関係の人達が彼等の意思とは関係なくサッカリンを摂取させられるのでは問題があろう。この問題を解決するには表示の徹底以外にはないのではなからうか。現在、食品衛生法施行規則第5条に基づき、サッカリン使用の食品には「人工甘味料」または「合成甘味料」使用の表示を義務付けているが、サッカリン使用のすべての食品に表示することを義務付けているわけではなく、また、サッカリンそのものの表示を義務付けているものでもない。それゆえ、必ずしも消費者にとって、サッカリンの有無を確認して購買しようという状態にはない。昨今のように食品衛生に関心を持つ人達が増えている実情に鑑みて、法的に規制する、しない、ということの問題にする以前にある程度まで表示の徹底によって解決しえる問題もあることを、サッカリン問題は提示したのではなからうか。

註

- 1) 我国厚生省は、48年に禁止解除の方針をとって以来、一貫してサッカリンは安全との立場をとっている。
- 2) Hics, R. M. et al.: J. Chem. —Biol. Interact. **11**: 225. (1975).
Mondal, S. et al.: Science **201**: 1141. (1978).
Trosko, J. E. et al.: Nature **285**: (5760). 109. (1980).
Hasegawa, R. et al.: Gann **71** [4]: 490. (1980).
Cohen, G. H. et al.: Cancer Res. **39**: 1207. (1979).
- 3) Boyland, E.: Nature **278**, 123-124. (1978).
- 4) Batzinger, R. et al.: Science **198**, 944-946. (1977).
Roa, T. K. et al.: Arch. Toxicol. **43** [2]: 141. (1979).
Van Went-De Vries, G. F. et al.: Food Cosmet. Toxicol. **13** [2]: 177. (1975).
- 5) Byard, J. L. et al.: Food Cosmet. Toxicol. **11** [3]: 391-402. (1973).
- 6) Lutz, K. & Schlatter, C.: J. Chem. —Biol. Interact. **19** [2]: 253-257. (1977).
- 7) Scribner, J. D. & Suss, R.: Int. Rev. Exp. Pathl. **18**: 137-198. (1978).
- 8) Murasaki, G. & Cohen, S.: Cancer Res. **42**: 942-944. (1981).

- 9) 化学と工業 **28** [7] 499. (1975), 日本経済新聞 昭 52. 4. 25.
 サッカリン論争があっても生産が伸びたのは、輸出の好況によるもの。1977年、アメリカ、カナダが使用禁止措置をとることが明らかにされた時、国内サッカリンメーカーは、「年間2,000t、約30億円の輸出が宙に浮く」と青い顔であったという。ちなみに、昭和38年には840tを輸出。そのうち、アメリカには414tの輸出。48年は総輸出高2201t、アメリカには919tの輸出。
- 10) 蔗糖 1g=3.96 cal, バター脂 1g=9.30 cal.
- 11) 下院の老年問題特別委員会の調査によれば、全米の糖尿病患者の数は1,000万人、また、医学統計で、米国人の4千万から5千万人が太りすぎといわれている。
 Mann, G. V.: N. Engl. J. Med. **296**, 812. (1977), 北海道新聞 昭 52. 4. 25.
- 12) 薬学大辞典 456頁 日本工業技術連盟 (1982).
- 13) 薬学大辞典 381頁.
- 13) Kun, E. et al.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **66**: 175. (1947).
 Jorgensen, H.: Acta Physiol. Scand. **20**: 33. (1950).
 Deutsch, R.: J. Comp. Physiol. Psychol. **86**: 350. (1974).
 Thompson, M. M. et al.: Amer. J. Clin. Nutr. **7**: 80. (1959).
- 15) Nicolaidis, S.: Ann. N. Y. Acad. Sci. **157**: 1176. (1969).
- 16) Bunde, C. A.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **68**: 581. (1948).
 Goldfine, I. D. et al.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **131**: 329. (1969).
 Remley, N. R. et al.: Psychonom. Sci. **17**: 296. (1969).
- 17) Macallum, A. B.: Canad. J. Res. **26**: 232. (1948).
 Valenstein, E. S. et al.: J. Comp. Physiol. Psychol. **60**: 443-446. (1965).
- 18) Ambrus, J. L. et al.: J. Med. **7** [6]: 429. (1976).
- 19) Purdom, M. E. et al.: J. Amer. Diet. Assoc. **63**: 635. (1973).
- 20) Sciafani, A. et al.: Physiol. Behav. **11** [5]: 595. (1973).
 Hamilton, L. W.: J. Comp. Physiol. Psychol. **77**: 56. (1971).
- 21) Wagner, M. J. et al.: Food Intake Chem. Sense 303 (1977).
- 22) Merkel, A. D. et al.: Physiol. Behav. **23** [4]: 791. (1979).
- 23) Weinsur, R. L. et al.: Diabetes **23**: 669. (1974).
- 24) Hoover, R.: New Engl. J. Med. **302**: 573. (1980).
- 25) 市川武彦 化学と工業 **26** [1]: 95 (1973).
 砂糖のコストを1として甘味当りのコストを比較すると以下ようになる。
 サッカリン 0.038 チクロ 0.32 グルコース 1.4 ソルビトール 5.6 フラクトース 15.6
- 26) McCann, M. B.: J. Amer. Diet. Assoc. **32**: 327. (1956).
- 27) Cohen, B.: Science **199** [4332] 983. (1978).

むすびにかえて

サッカリンを規制すべきか否かの判断基準を提供すると思われる、サッカリンの必要性について、わが国における明治以降の使用変遷、現在の科学的評価およびサッカリンがわれわれ人間に持たす利益等から検討を試みた。歴史的経緯の中からサッカリンの必要性を考えると、サッカリンがわれわれの生活に多大の貢献をなしたことは否定のしようもない。現在、300を越える食品添加物が指定されているが、歴史的にみてサッカリン程われわれに歓迎された添加物はなかったといえよう。経済的側面のみならず、砂糖欠乏時には品質的にも砂糖代替品として十分に代役を果たしたといえる。まさにサッカリンはわれわれにとって必需品とさえいえる程の必要性を備えていたといえよう。

そのサッカリンが、現在論争が下火になっているとはいえ、使用を巡って世界中で議論された背景には、科学の進歩、時代の要請があったといえる。100年以上も使用されてきたが、幸運なことにサッカリンによるものだと特定しうる事故ないし疾病が人間において認められていないことが、サッカリン安全性の基盤と

なっている。だが、いま、サッカリンを弱い発癌物質である、あるいは、癌 Promoter であると認めるなら、発癌物質である、と認めるよりも複雑な問題を提起することは明らかである。弱い発癌物質であるなら、発癌性が容易に確認されず、そのため長期にわたって多くの人が摂取し続けるということが起りやすく、また、日常われわれが多くの発癌物質に取囲まれて生活している現実を考えると、サッカリンによって発癌作用が促進されることも否めないであろう。さらに、サッカリンが膀胱癌に関係しているのなら、学者によってはサッカリンの毒性が発現するのは60年後、つまり、サッカリンが大量に使用されたのは戦後数年間のことから考えて、膀胱癌の多発するのは21世紀に入ってからという見方もあることは念頭におく必要がある。このような性質をサッカリンに認める傾向にありながら、これまで通りの使用を認める必要性は何処にあるのか。

それは、サッカリンの必要性を保健衛生的に認める人達が現に存在するという事である。つまり、はっきりとサッカリンが、糖尿病患者、肥満に悩む人達に利益をもたらすものだと考える人々が存在することである。現時点において科学的にそれを証明することは出来ないが、逆にそれを否定出来る程の科学的根拠もないのである。

そうすると、サッカリンがわれわれに利益をもたらす、つまり、必要なものであるという科学的判断を下せないまま、その使用を法的に認める状態が継続されることになるが、「必要である」と考える人達は別にして、「必要でない」、つまり、利益を持たらずどころか有害である、と考える人達を如何に救済しうのか。私は、表示の問題としてある程度解決しようと考えている。つまり、不必要だと考えている人達がサッカリンを摂取することがないよう、サッカリン使用食品には必ず表示を義務付け、また、不届きな食品製造者の取締りによって、サッカリン欲迎者もサッカリンを有害だと考える人達もともに救われるのではないだろうか。

サッカリンの場合、他の添加物と異なり、有益である、必要である、と考える人達がいる以上、法的に規制すべきでないものかもしれない。しかし、それと同時に有害であると、考える人達を救済する措置がなくては片手落ちだといえるだろう。

Abstract

Miyuki Mitsutake (*Department of Social Laws, Division of Social Environment, Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan, 060*): **Location of Saccharin as Substitute for Sugar.** Mem. Env. Sci. Hokkaido Univ. No. 2, 1-31, 1986.

The purpose of this paper is to clarify whether or not saccharin should be legislated against. It examines saccharin's need in the historical circumstances from the Meiji era on, scientific data (bladder tumors, promoter, and other chronic toxicity studies) and the benefits of saccharin use. It concludes that there is no objective documentation of saccharin's need. But, its use might bestow on certain well-defined group of individuals (for example, diabetes, excessive body weight).