

動物の食物選択能に関する研究（第一報）

—ソルビン酸カリウム，ブチルヒドロキシアニソール（BHA）及び
カドミウム（Cd）混入食物に対する白ねずみの選択能について—

萩原 和 夫 箱 山 年 子

動物がどのような生理機序や要因によって食物を選択するのかの究明は、各栄養素の適切量の選択、有害物の回避や解毒並びに食欲の起因など生体の栄養現象や自己防御の機序に関することから、味覚の判別及びその範囲の拡大、食習慣（食性）の確立、更には食品の加工調理の進歩向上（発展）、新しい食品の開発の指向などの食生活を豊かにすることにまで広く関与する問題であり、食に関するもっとも基本的な課題の一つと考えられる。

動物が食物を選別する条件としては動物の種類によっても違いがあるが、一般的には味や香りに左右されるのは勿論のこと、その形や固さ、栄養素の有無や過不足、ある特定の成分の存在の有無、更に高等動物においては心理的影響などが考えられ、今迄にもかなりの人口によって多くのことが検討され、また確かめられている。

然し一方食物供給の絶対量の不足や食性（食習慣）とのからみ合いもあり食物選択能の本質的な姿はまだ充分に究明されているとはいえず残された問題も多い。

以前生物は本能のおもむくままに食べたいものを食べたいだけ摂取すれば栄養的にも必要な要素が満たされる食物をとることができるといわれた。そして現在でも未だかなりの生物はその能力を残しており、その面で一番退化の著しいといわれるヒトにおいても個々人で食物に対する好みに違いがあるとか、時々食物に対する好みの変化が起るとか、同じものを長く食べ続けると飽きがかかるとか、不足しているものに対する要求が高まる現象が見られるとかは多く体験するところである。

また味の閾値が苦味や酸味において低いのは毒物を選別する能力の名残りであるといわれる。それらのことは、動物は程度の差こそあれ自分にとって有用な物質や反対に好ましくない物質を含む食物を何らかの生理機序によって取捨選択する能力を本来的に備えているものであることを裏づけている。

近年食品の汚染による生体への恐怖が高まっているが、食品添加物の様に人為的に添加されるものは勿論のこと、天然食品にあってもそれを摂取する動物にとって

有害になる物質を含むものは従来より多々あった。換言すれば今日我々が用いている安全な食品は動物にとって生理的かつ栄養的に有用、無用あるいは有害、無害な多くのものの中から選ばれて来たものであるといえる。

食品の加工や貯蔵の効果を高めるためや、即席食品の広まりにより、多くの食物に商品性並びに保存性や安全性の向上などの目的で多種の添加物の使用が要求され、ある限度をもって許されている。また栽培や飼育効率の向上を目的に種々の農薬や薬剤が農畜産関係において使用されてその産物にそれらの残留が懸念されているし、更には魚介類においてもその棲息環境の汚染にともなう種々の有害物質を含むことなどが知られて来ている。したがってそれらのものを食物とした場合には当然それらを摂取した生体の生理機序に何らかの影響をもたらすことは予想される。即ち生体にとって危険の増大が懸念されるのは勿論のこと、それらの各種食品の栄養的価値の低下や更には味への悪影響についても危惧されるところである。

今日動物の食物選択能に関する問題の中の1つとして先ず、生体にとって生理的に好ましくない物質が混入している食物を摂取した際の動物の選択能、即ち自己防御能力はどの様になっているかの問題を取りあげ、食性がヒトにもっとも近いといわれる白ねずみを用いて検討してみたのでその結果を報告する。

実験方法

実験動物は近親交配によって得た Wister 系白ねずみを離乳後50日位市販の固型飼料で飼育した体重120~130g前後のもの（成熟白ねずみ）を主体に用い、動物の年齢による抵抗力（選択能）の違いもあると思われるので、一部離乳後20日位体重50g前後のもの（幼白ねずみ）についても試験した。

実験飼料はオリエンタル酵母（株）の実験動物飼育用の粉末飼料（又は固型飼料を粉砕した）MFをベースとして用い、それに試験混入物（薬物）としては、食品添加物としてもっとも一般的で使用頻度の多いものの中か

ら保存料であるソルビン酸カリウム（以下ソルビン酸Kと略記する）、抗酸化剤であるブチルヒドロキシアニソール（以下BHAと略記する）、及び添加物ではないが近年食品への汚染が問題になっている重金属の一つであるカドミウム（Cd）をとりあげ、それらを種々の割合で添加して作成した。

なおそのばあい試験飼料の味や臭いはできるだけ無添加飼料と違わない様に配慮した。

使用したオリエンタル酵母（株）の粉末飼料MFの組成は第1表の様である。

第1表 基本飼料の成分組成

粗糖（可溶性無窒素物）	52.6
蛋白質	24.2
脂質	5.5
ビタミン類	2.2
無機塩類	4.0
繊維	4.5
水分	7.0

参考までにこの実験でとり上げた添加物などの食品衛生法での使用基準、毒性（LD₅₀値など）、性状などを示すと次の様である。^{2), 3)}

注 LD: Lethal Dose (致死量) のこと

LD₅₀=実験動物半数が致死する量

ソルビン酸K

使用基準（許可量）

魚肉ねり製品、鯨肉製品、食肉製品、うにはは 2g/kg

いか燻製品、たこ燻製品 1.5g/kg

魚介類製品 1g/kg

煮豆、佃煮、味噌、たくあん漬、粕漬、味噌漬 1g/kg

ジャム、ケチャップ、酢漬 0.5g/kg

甘酒 0.3g/kg

毒性

保存料の中でもっとも安全性が高く、食塩と同程度などともいわれているもの LD₅₀=5.86g/体重kg（マウス） 10.5g/体重kg（ラット）

但しソルビン酸としての量

性状

無色ないし白色の結晶性粉末で水に可溶、ちよっと辛味のある酸味あり、かすかに臭いあるも無臭に近い。

BHA

使用基準（許可量）

油脂、バター、魚介類製品、魚介塩蔵品、乾燥裏ごしいも 0.2g/kg

魚介冷凍品、冷凍品の浸漬液 1g/kg

毒性

LD₅₀=4.13~5.0g/kg（ラット） 0.12%の添加で僅かに食欲低下がみられた由、

人間の許容量は4.35g/体重50kgと推定されている。

性状

白色の結晶性粉末で水に不溶、懸濁するのみ、弱い苦味（刺激味）あり、かすかな芳香族的刺激臭あり。

カドミウム

毒性

ヒトにおいて10mgで中毒発生、1gで致死といわれる。

主に腎臓障害と睾丸障害を起す。腎臓のCa再吸収能が低下しCaの利用を低下させ骨を弱めるといわれる。精白米中の安全基準は一応0.9ppmとされているが兎や犬を用いた長期試験で50~80ppmでも無症状でありラットに影響がでた量も150ppmの投与以上という報告もある。⁴⁾

100ppmとは飼料100g中0.01gの添加に相当する。

今回の実験にはいずれも和光純薬（株）の試薬1級を用いた。

飼料の与え方は実験Iとして吉田氏らによって行われている方法を参考にして試験動物群にはそれぞれの添加物を混入した飼料と無添加飼料を同量（成熟白ねずみでは5g、幼白ねずみでは2g）ずつ同じ形の別々の餌皿に入れて同時に与え、1時間自由に摂取させてから飼料を引き上げ、その間の両飼料別々の食下量を測定した。一方白ねずみは2時間休ませたのち上記と同じ様に摂取させることを1日3回連続的にくり返して行わせた。但し対照群は2皿とも無添加飼料を同じ様に与えた。実験IIとして実験Iと同じ様に飼料を与えたが1日に各10gずつを1回だけ与えることを3日間連続して行ってそれぞれ1日毎の食下量を測定した。⁵⁾

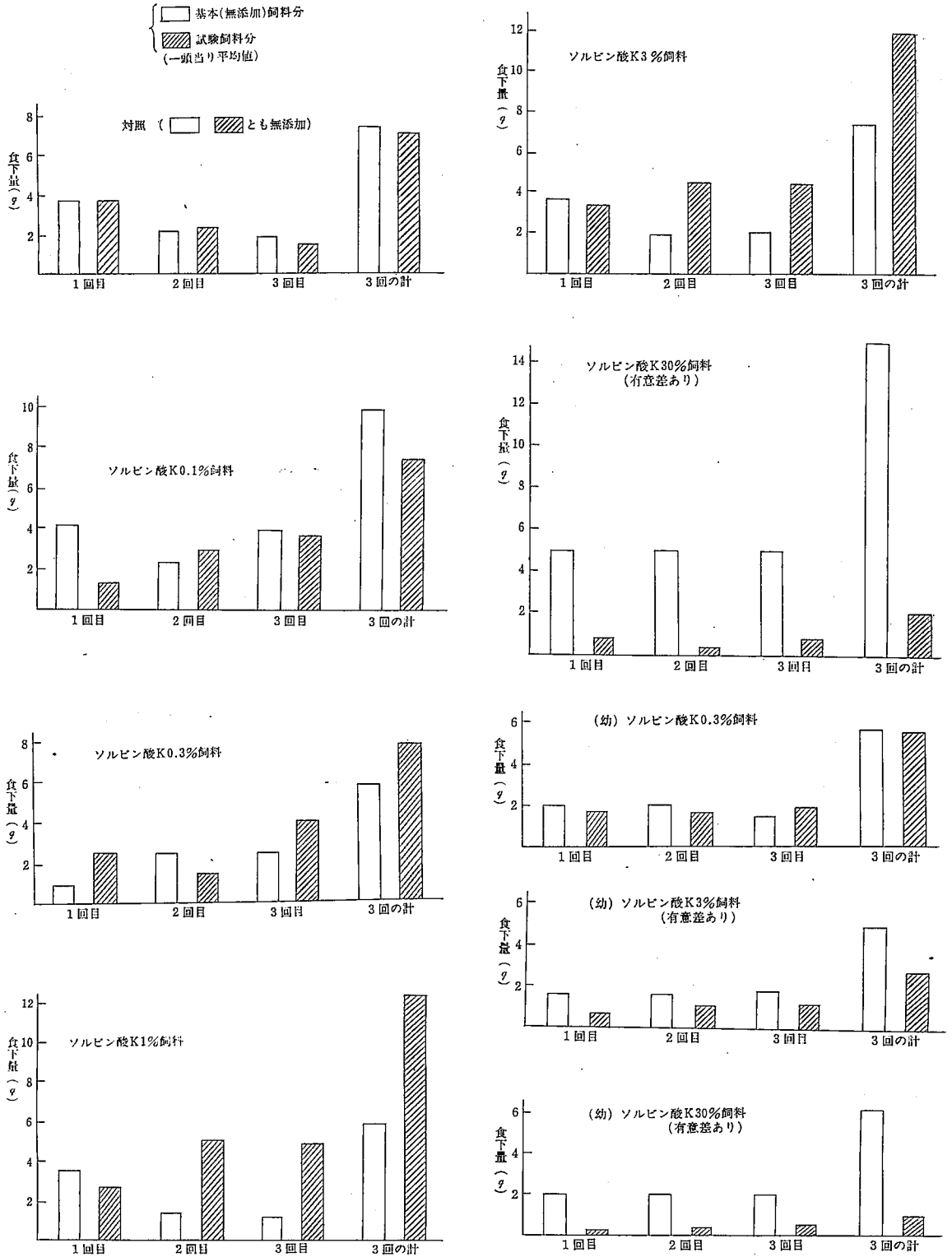
実験IIとして試験添加物混入飼料のみを1日当り15gずつ与え、長期間飼育を続け無添加飼料のみで飼育したばあい（対照群）とその食下量、体重変化、病理的变化、死亡までの日数などを測定または観察した。

動物の飼育方法は各群3~5頭ずつとし、温度20~25°C、湿度60%前後において金網籠にて一匹飼いした。水は水道水を自由に摂取させた。短期試験については同じ試験を各2回行った。

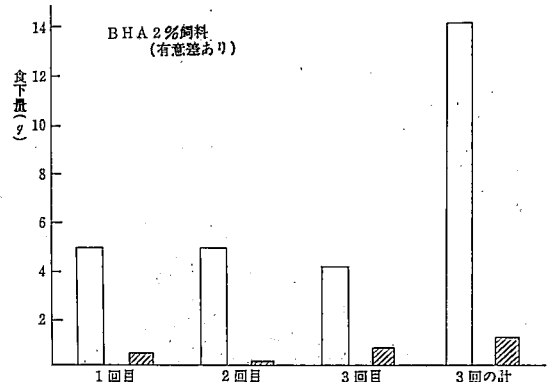
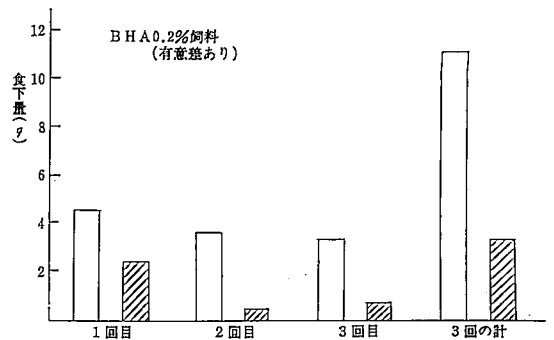
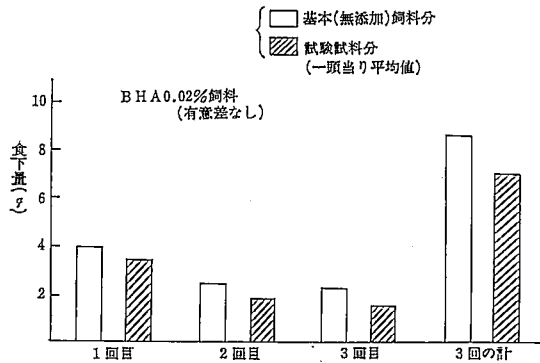
実験結果及び考察

先ず実験Iの1日の食下量の経時変化の結果を第1図

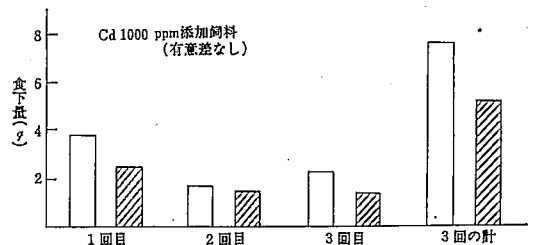
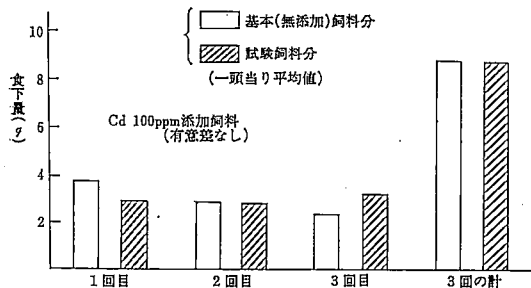
第1図 ソルビン酸K添加飼料と無添加飼料を同時に与えたばあいの食下量の比較（1日3回繰返し試験）



第2図 BHA添加飼料と無添加飼料を同時に与えたばあいの食下量の比較（1日3回繰返し試験）



第3図 Cd 添加飼料と無添加飼料を同時に与えたばあいの食下量の比較（1日3回繰返し試験）



～第3図に示した。

それによるとソルビン酸K添加飼料については対照飼料（無添加食）群と試験飼料（添加食）群の食下量を比較してみると、明らかに試験飼料が忌避されていると思われるのは成熟白ねずみにあっては30%添加飼料のみである。しかも0.3～3%添加飼料では今回の実験結果だけからみると偶然かあるいは何か根拠があるのか断定し難い処であるが、かなりの有意差をもってむしろソルビン酸K添加飼料の方が好まれている傾向がでている。

しかし幼白ねずみにあっては3%添加飼料でも忌避されている結果がでている。

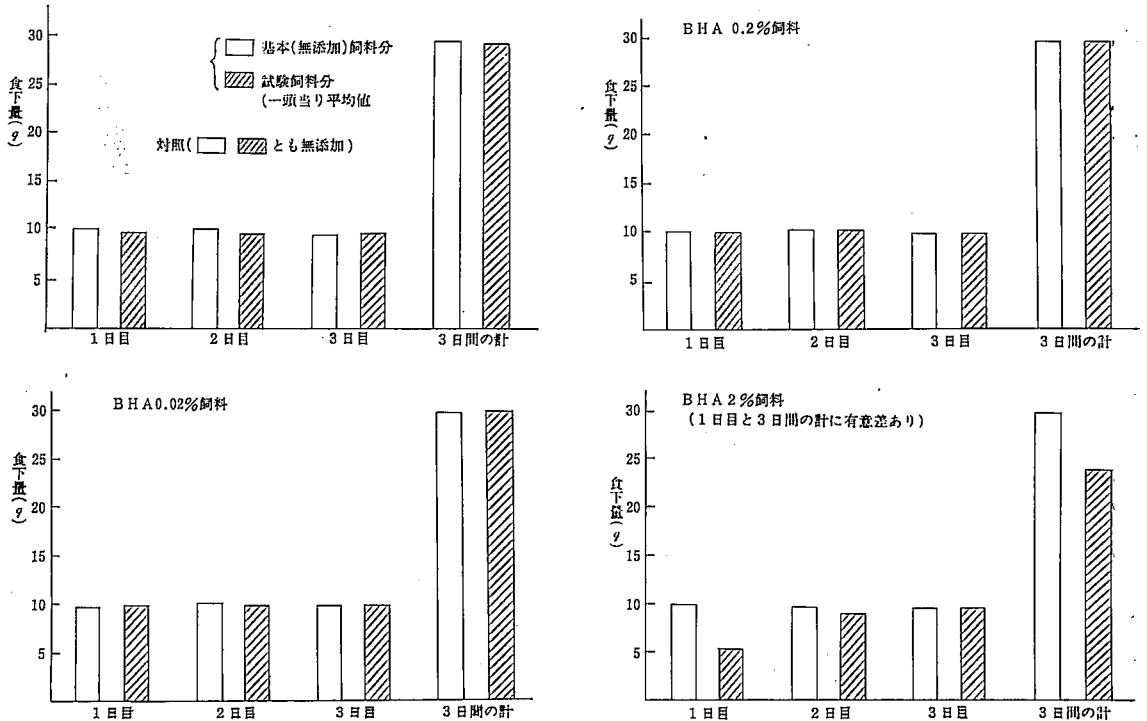
明らかに忌避の有意差を示しているソルビン酸K添加量30%は勿論のこと3%という量でも日常食品において実際にはあり得ない量であると思われるのでこの程度の避拒能では実用性はあまりないともみられる。しかし動物の体重に対する摂取ソルビン酸K量との関係を見ると30%添加飼料のばあいソルビン酸K 4.7～5.4g/体重kgの摂取であり、LD₅₀量の約1/2量という値において選別がなされていることになり、幼白ねずみが忌避した3%添加飼料ではソルビン酸K 1.6g/体重kgの摂取でありLD₅₀量の約1/3量で選別がなされているということになる。

BHAについては0.2%添加飼料から食下量に有意差

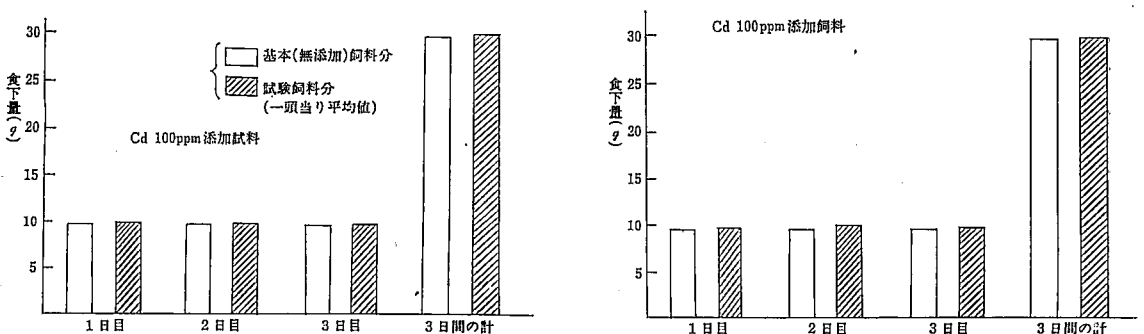
がみられる。0.2%という数値は使用基準量からみると10倍量になるが、日常の生活において現実性のない量ではなく、また動物の体重に対する摂取量としてみると0.2%添加飼料のばあいBHA0.056g/体重kgの摂取

あり、2%添加飼料のばあいはBHA0.199g/体重kgの摂取であるのでLD₅₀値(4.13g/kg(ラット))から考えると1/20~1/80の摂取量で選別されていることになり、BHAに対しては一応かなりの選択力が示されている。

第4図 BHA添加飼料と無添加飼料を同時に与えたばあいの食下量の比較(3日間連続試験)



第5図 Cd添加飼料と無添加飼料を同時に与えたばあいの食下量の比較(3日間連続試験)



BHAは従来より0.12%混入位から食欲不振を起すともいわれている。しかし第4図~第5図に示した様にそれが1日1回で連続して与えられる様になると、はじめの1日はBHAの2%添加飼料で有意差がでるが、2日目からは殆んど差がなくなってしまうことがみられ、その選択能もすぐに順化して低下してしまう心配もある様

である。

6) カドミウムについては吉田氏らによると50~100ppm添加でかなりの悪影響がみられるというが今回の実験では絶対値からみるといく分差がある様でもあるが分散分析をしてみると1000ppm添加食であっても1日3回投与試験でも1日1回3日投与試験でも外観的には有意差は

みられない結果となっている。

なおソルビン酸Kのばあいにはみられる様に成熟白ねずみより幼白ねずみの方がより本能的なためか、抵抗力が弱いいためか選択能は幾分鋭い結果を示しているの、目的に応じて実験動物の選択に配慮する必要のあることが示唆されている。

第2表に示した様に添加飼料のみを長期連続摂取させると、ソルビン酸Kの30%飼料はソルビン酸Kそのものを食べている様なものであるのだから当然であるが1日1匹当たり15g投与したうち対照群の食下量は平均14.4gであるのに対し、ソルビン酸K30%飼料群のそれは8.7gと低く11日目から15日目迄の間に全部が死亡した。

第2表 試験飼料のみによる長期飼育における食下量の変化(一日一頭当りの平均値)

飼育日数	15日目	29日目	56日目	71日目
ソルビン酸0.3%添加食	13.9±0.3	14.4±0.3	14.5±0.4	14.7±0.4
ソルビン酸3%液加食	13.4±0.2	14.4±0.1	14.8±0.1	
ソルビン酸30%添加食	8.7±1.8	—	—	—
BHA0.02%添加食	14.3±0.3	14.5±0.3	14.7±0.2	14.8±0.2
BHA2%添加食	9.8±0.2	—	—	—
対照(無添加食)	14.3±0.4	14.6±0.2	14.8±0.1	14.8±0.1

1頭当たり1日15gずつ与えた場合の各群の平均食下量(g)

ソルビン酸3%食料群は15日目迄の食下量が幾分少な目であるが、長くなるにつれ食下量、体調とも対照群と殆んど変わらず添加物の混入の影響は連続摂取2ヶ月位の間には外見的には殆んどみられない。そしてソルビン酸K0.3%飼料群ではまったく影響がみられないのは短期試験のばあいと同様である。

BHAについては2%添加飼料群でやはり食下量が低く1日1頭当たり15g投与に対し、平均食下量は9.9gであり10~18日間に全部の白ねずみが死亡した。しかしそれはBHAにあるといわれる食欲抑制作用のせいではなく、一応9.9gもたべられていることからみてやはりBHAの毒性のためであると考えられる。添加量が少ない飼料で飼育した群では短期試験のばあいと同様に無添加飼料群と殆んど差がない結果を示している。

以上今回の実験からはソルビン酸K、BHA、カドミウムともに安全基準使用量や安全基準含有量程度の混入

では白ねずみの食物選択能で本能的に選別、忌避することはBHAに対しては幾分示されるともとれなくはないが、一般的にみて不可能のようであり今回の実験を待つまでもなくある程度知られていたことであるが、動物が自己の生理機序によって有害物を避けてゆくことはあまり期待できないことであることが確認された。

しかしソルビン酸KもBHAもその混入量(摂取量)によっては動物に悪影響をもたらすことも事実であり、また生体に悪影響を発生させるほどの量を混入した飼料を与えたばあいや摂取量の合計が単位体重当りに換算して危険量に近づいたときにはその食物を忌避する作用がおこることも事実である。添加飼料のみを長期間与えられて死亡したのは忌避作用より食欲(食物に対する生理的要求)の方が強く、さげようと思いながら空腹を満たす必要から致死量に達する有毒物が混入しているのに1日10g近くをやむを得ず摂取していった結果であるといえそうである。

ソルビン酸KやBHAの添加量の多い試料に対し忌避、選択能が働いているのはそれが有害飼料の由でなくむしろかなり配慮したつもりであるが含有量が多いのでどうしても添加物の影響がでてしまい、その味や臭いが原因で選別されているとも思われる。何故ならカドミウムの様に無味無臭のものは1000ppmと安全基準の1000倍、白ねずみに病変を起すという量の10倍も与えられても何ら忌避できない処をみても明らかである。

いずれにしても初期に期待した動物の有毒物選択能はかならずしも鋭いとはいえず、今回とり上げたソルビン酸K、BHA、カドミウムはいずれも今日、日常食品の多くに添加物として使われたり、汚染物として混入している可能性の高いものであり、それらに対する選別能が弱いとすれば、動物が生理的機序によって危険な食物を選別することができるとするのはむしろ過大な期待ということになりそうである。

最近少し位の汚染食品でも生物はやがて適応して解毒できる様になったり、自然に忌避する能力が備って来たりするので心配ないとの意見も聞かすが、今回の乏しい実験結果から考えても、むしろはじめは異物として幾分なりとも生理的にさけることが出来たことまで常時摂取していると知らされて判別出来なくなり、ますます危険食物をさける能力が失われてしまう危険の方が多様なに思える。

なお多くの添加物や汚染物質は1回の摂取量は少なくても長期連続摂取することにより生体に蓄積されてゆきやがて体内量が危険量に達する性質のあることも考慮しておく必要がある。

しかし一方において選択能が低下するのは食物供給の

絶対量が不足しているときであり、食物の量に対する要求が満たされるまではかなりの有害物混入食物も無差別に食べてしまうが、食物の供給が充分なばあいにはかなりの選択力が示されることは期待してよいようである。

その点今回の実験では配慮が不足であったが今後更に種々の面での食物選択能の本質的な検討をすすめてゆく上においては留意する必要がある事柄と思われるので次の機会に詳しく検討したいと考える。

要 約

動物の食物選択能に関する問題のうち有害物が混入する飼料に対する選択能について検討するため、日常の食品に添加あるいは含有の可能性の多いと思われるソルビン酸K, BHA, カドミウムをとり上げ、白ねずみを用いて実験し次の様な結果を得た。

ソルビン酸Kについては成熟白ねずみのばあい30%添加食に対して明らかに選別力が働いているし、幼白ねずみでは3%添加食から忌避するのがみられた。しかしそれらの混入量は食物中の含有量としては現実には殆んどあり得ない量なのでその程度の選択能では実用性は期待できない。

BHAについては0.2%食から選択忌避されることが示された。この結果BHAに対しての選別力はかなりあるものと考えられる。

カドミウムに対しては今回の実験では1000ppmの混入でもできない結果となった。

しかし選択忌避できるばあいでもそれが示されるのは試験食摂取の初期においてであり、しばらくするとすぐなれて判別できなくなり添加量の多いものにおいては忌避できないためその毒性の影響で死亡にまで至ってしまう。なお成熟動物より幼動物の方が抵抗力が弱いためかあるいはより本能的なためか選択能は幾分鋭い様である。

今回の実験結果から考えると動物には本質的には有害物選択能はある様であるが対象になるものの性質や量によってもその判別力は異なり、それらによって現実の食物中の毒物を忌避できるとするのは期待が過ぎる様である。

文 献

- 1) 河村洋二郎外；食欲の科学（医歯薬出版）71頁～，221頁～，（1972）
- 2) 食品添加物公定書注解編集委員会；第一版食品添加物公定書注解（金原出版）364頁，512頁（1961）
- 3) 川城巖；新版食品添加物ハンドブック（光生館）69頁，199頁（1969）
- 4) 喜田村正次；食品衛生研究23巻6号574～575（1973）
- 5) 吉田昭；日本栄養食糧学会中部支部総会講演（1972）
- 6) 吉田昭外；栄養と食糧25巻3号204（1972）