

2,3-ジメチルピラジンの概要

1. はじめに

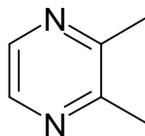
2,3-ジメチルピラジンは、アスパラガス、生落花生、緑茶等食品中に天然に存在、また牛肉、豚肉、エビ、ポテト等の加熱調理および、コーヒー、カカオ等の焙煎により生成する成分である¹⁾。欧米では、焼き菓子、アイスクリーム、清涼飲料、肉製品など様々な加工食品において風味を向上させるために添加されている²⁾。

2. 名称等

名称：2,3-ジメチルピラジン

英名：2,3-Dimethylpyrazine

構造式：



化学式：C₆H₈N₂

分子量：108.14

CAS 番号：5910-89-4

3. 安全性

厚生労働省が行った安全性試験の結果、National Library of Medicine (NLM：PubMed、TOXLINE)、米国香料工業会のデータベース (RIFM-FEMA database)、製品評価技術基盤機構 (NITE) データベースの検索結果、JECFA モノグラフの内容等に基づき、遺伝毒性試験、反復投与毒性試験等の成績をとりまとめた。

(1) 遺伝毒性

細菌を用いた復帰突然変異試験 (サルモネラ菌 TA98、TA100、TA102 を用いて最高用量 97.3 mg/plateⁱ⁾) で、S9mix の有無にかかわらず陰性であった³⁾。また、細菌を用いた別の復帰突然変異試験 (サルモネラ菌 TA98、TA100 を使用、使用した用量の記載無しⁱⁱ⁾) でも、S9mix の有無にかかわらず陰性であった⁴⁾。

チャイニーズ・ハムスター培養細胞 (CHL 細胞) を用いた染色体異常試験 (最高用量 1.1mg/ml、±S9mix の 6 時間及び -S9mix の 24 時間処理) の結果は S9mix の有無にかかわらず陰性であった⁵⁾。

以上の結果から、細菌を用いた試験及び動物の培養細胞を用いた試験のい

ⁱ 文献では 0.9 mmol/plate なので、 $0.9 \times 108.14 = 97.326$ 97.3 mg/plate に相当。

ⁱⁱ この文献で試験されている他の物質の最高用量は、いずれも 100 μmol/plate であるので本物質も同じ用量であるとする、10.8 mg/plate となる。

れにおいても陰性の結果が得られているので、生体にとって特段問題となる遺伝毒性はないものと考えられる。

(2)反復投与毒性

5週齢の雌雄のSDラットを用いた強制経口投与による90日間の反復投与毒性試験(0、0.32、3.2、32 mg/kg 体重/日)において、雌雄の32 mg/kg 体重/日投与群の剖検で腺胃の暗赤色巣が、病理組織学的検査で大腸(結腸)の粘膜の過形成がみられたが、これら以外の変化は、いずれの投与群においても認められなかった⁶⁾。

この結果から、無毒性量(NOEL)は、3.2 mg/kg 体重/日とした。

(3)発がん性

International Agency for Research on Cancer (IARC)、European Chemicals Bureau (ECB)、U. S. Environmental Protection Agency (EPA)、National Toxicology Program (NTP)では、発がん性の評価はされていない。

(4)その他

3週齢の雄のWistarラットに、0、10、30、70、100 mg/kg 体重/日 の用量で2週間皮下投与した試験において、本物質による生殖器もしくは副生殖器への影響はみられなかった⁷⁾。

投与経路が皮下投与であり、生殖器への影響は100 mg/kg 体重/日 以下の用量ではみられないことから、本物質は少なくとも香料として用いられるような低用量域では、生体にとって特段問題となるような生殖毒性はないものと考えられる。

なお、参考までに、ピラジン化合物をゴールデンハムスターの輸卵管に投与した試験で、卵母細胞ピックアップ率(oocyte pickup rate)、輸卵管の鞭毛のたなびく頻度(ciliary beat frequency)阻害及び、卵管漏斗部の平滑筋収縮(infundibular muscle contraction)に、ナノモル又はミリモルの濃度で影響が認められたと言う文献がある^{参考1)}。また、ピラジン化合物を鶏胚の絨毛尿膜上に投与した試験で、鶏胚の成長及び絨毛尿膜の脈管形成にナノモルの濃度で影響が認められたという文献がある^{参考2)}。

いずれも経口投与による試験成績ではないことから、NOEL の設定根拠には用いなかった。

4. 摂取量の推定

本物質の香料としての年間使用量の全量を人口の10%が消費していると仮定するJECFAのPCTT法ⁱⁱⁱ⁾による1995年の使用量調査に基づく米国及び欧州に

ⁱⁱⁱ⁾ 計算は、[年間使用量(kg)]/[人口(億人)]/[365(日)]/[報告率]/[人口の1割で消費]×10で求める。1995年の年間使用量は米国が27kg、欧州が112kg、人口は、米国が2.6億人、欧州が3.2億人、報告率は米国が0.8、欧州が0.6とされている(文献8)。

おける一人一日あたりの推定摂取量は、それぞれ 4 及び 16 μg となる。正確には認可後の追跡調査による確認が必要と考えられるが、既に許可されている香料物質の我が国と欧米の推定摂取量が同程度との情報がある⁹⁾ことから、我が国の本物質の推定摂取量は、おおよそ 4 から 16 μg /ヒト/日 の範囲になると推定される。

なお、米国では食品中にもともと存在する成分としての本物質の摂取量は、意図的に添加された本物質の 284 倍であるとの報告がある¹⁰⁾。

5. 安全マージンの算出

90 日間反復投与毒性試験成績の NOAEL 3.2 mg/kg 体重/日 と、想定される推定摂取量 (4~16 μg /ヒト/日) を日本人平均体重 (50kg) で割ることで算出される推定摂取量 (0.00008~0.00032 mg/kg 体重/日) と比較し、安全マージン 10,000~40,000 が得られる。

6. 構造クラスに基づく評価

ピラジン誘導体に分類される食品成分である本物質は、ピラジン環の 2 位及びそれに隣接する 3 位にメチル基が置換しており、立体障害が生じることから、主にピラジン環の水酸化が進行するが同時に一部メチル基の酸化も進行するので、水酸化されたピラジン及びピラジンカルボン酸として排泄される^{8),11)}。

本物質及びその推定代謝産物は生体成分ではないが、上述の両方の代謝経路が存在し、24 時間以内に代謝産物の 50%以上が排泄され、経口毒性は低いことが示唆されることよりクラス II に分類される^{8),12)}。

7. JECFA における評価

JECFA では、2001 年にピラジン誘導体のグループとして評価され、想定される推定摂取量 (4~16 μg /ヒト/日) は、クラス II の摂取許容値 (540 μg /ヒト/日) を大幅に下回るため、香料としての安全性の問題はないとされている⁸⁾。

8. 「国際的に汎用されている香料の我が国における安全性評価法」に基づく評価

本物質は生体にとって特段問題となる遺伝毒性はないと考えられる。90 日間反復投与毒性試験に基づく安全マージン (10,000~40,000) が 90 日間反復投与毒性試験の適切な安全マージンとされる 1000 を大幅に上回ること、本物質の想定される推定摂取量 (4~16 μg /ヒト/日) が構造クラス II の摂取許容値 (540 μg /ヒト/日) を超えていないことなどから、本物質は着香の目的で使用される範囲において安全性の懸念がないと考えられる。

引用文献

- 1) TNO (1996) Volatile compounds in food. Ed. By L.M.Nijssen et.al. 7th.ed. Index of compounds. TNO Nutrition and Food Research Institute. Zeist.
- 2) RIFM-FEMA Database, (Accessed in 2005) Material Information on 2,3-Dimethylpyrazine (未公表)
- 3) Aeschbacher, U. W., et. al., (1989), Contribution of coffee aroma constituents to the mutagenicity of coffee, *Fd. Chem. Toxicol.* **27**(4), 227-232
- 4) Lee H., et. al., (1994), Genotoxicity of 1,3-dithian and 1,4-dithiane in the CHO/SCE assay and the Salmonella/microsomal test, *Mutation Research* **321**:213-218
- 5) 2,3-ジメチルピラジンのチャイニーズハムスターを用いる染色体異常試験 (2005) (財)食品薬品安全センター 秦野研究所 (厚生労働省委託試験)
- 6) 2,3-ジメチルピラジンのラットにおける 90 日間反復経口投与毒性試験 (2005) (株)ボゾリサーチセンター (厚生労働省委託試験)
- 7) Yamada K. et al., (1993) Effects of dimethylpyrazine isomers on reproductive and accessory reproductive organs in male rats. *Biol. Pharm. Bull.*, **16**(2), 203–206.
- 8) WHO Food Additives Series 48.Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, Pyrazine Derivatives (Report of 57th JECFA meeting)
- 9) 平成 14 年度厚生労働科学研究報告書「日本における食品香料化合物の使用量実態調査」、日本香料工業会
- 10) Adams T. B. et.al. (2002) The FEMA GRAS assessment of pyrazine derivatives used as flavor ingredients. *Fd. Chem. Toxicol.* **40**, 429-451.
- 11) Hawksworth, G. et.al. (1975) Metabolism in the rat of some pyrazine derivatives having flavour importance in foods. *Xenobiotica*, **5**(7), 389-399.
- 12) アルキルピラジン類の構造クラス (要請者作成資料)

(参考文献)

- 1) Riveles K., et. al., (2004), Pyrazine derivatives in cigarette smoke inhibit hamster oviductal functioning, *Reproductive Biology and Endocrinology*, **2**: 23-36
- 2) Melkonian G., et. al., (2003) Growth and angiogenesis are inhibited *in vivo* in developing tissues by pyrazine and its derivatives. *TOXICOLOGICAL SCIENCES* **74**, 393-401

No.	項目	内容
(1)	名称	2,3-ジメチルピラジン
	一般的名称	2,3-Dimethylpyrazine
	化学名	2,3-Dimethylpyrazine
	CAS番号	5910-89-4
(2)	JECFA等の国際的評価機関の結果	FEXPANにより評価され1972年のGRAS 5 に公表された ¹⁾ 。 2001年 第57回JECFA会議にてピラジン誘導体のグループとして評価され、本物質はクラスⅡに分類され、クラスⅡの閾値以下であったためステップA3で安全性に懸念なしと判断された ²⁾ 。
	JECFA番号	765
(3)	外国の認可状況・使用状況	欧米をはじめ各国で認可され広く使用されている。
	FEMA GRAS番号	3271
	CoE番号	11323
	FDA	なし
	EUレジスター	FL No. 14.050
	使用量データ	26kg(米国)、112kg(EU) ³⁾
(4)	我が国での添加物としての必要性	本物質はナッツ様の加熱香気を有する食品に通常に存在する成分であり、種々の食品の香りを再現する際に必要不可欠な物質である。本物質は現在日本では未認可であるが、その添加量は微量ながら効果は非常に大きく、様々な加工食品に対してすでに国際的には着香の目的で広く使用されている。したがって国際的整合性の面からみても、これらの物質を日本で使用できるようにすることが不可欠と考えられる。
	天然での存在	糖およびアミノ酸を含有する食品の加熱により生成する物質 ²⁾ 。調理エビ、発酵調理エビ、脱脂大豆、パパイア、コールラビ、パン、調理鶏肉、調理牛肉、調理豚肉、ビール、フィンランドウイスキー、ココア、コーヒー、ピーナッツ、ポテトチップス、調理大豆、調理ココナツ、モルツ、オキアミ、調理二枚貝など ^{3)、4)} 。
	米国での食品への使用例	焼き菓子、アイスクリーム類、ゼリー&プリン、グレービーソース、肉製品、炭酸飲料、ソフトキャンディー 各10ppm ³⁾
(5)	参考資料	1) Food Technology.(1972) Vol. 26, No. 5, pp35-42. 2) Evaluation of certain food additives and contaminants (Fifty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series 3) RIFM-FEMA Database 4) TNO(1996) Volatile Compounds in Food. Edited by L. M. Nijssen et al. 7th Ed. Index of Compounds. TNO Nutrition and Food Research Institute. Zeist,ress, Inc.