

(L-グルタミン酸カリウム)

・発生毒性

雌の Wistar ラット (各群 25 匹) に L-グルタミン酸カリウム (0、4.5、21、97、450 mg/kg 体重) を妊娠 6～15 日に経口投与した試験においては、妊娠、母動物及び胎児の生存率、異常胎児の発現率に投与の影響は認められなかった。(参照 9)

(4) 遺伝毒性

L-グルタミン酸アンモニウムの遺伝毒性については限られた試験が実施されているにすぎないが、以下の報告がある。

Bacillus subtilis H17 (*rec⁺*) 及び M45 (*rec⁻*) を用いた DNA 修復試験 (Rec-assay) (100、200、400 mg/mL) が S9mix 非存在下で行われており、陰性の結果が得られている。(参照 14)

細菌 (*Salmonella typhimurium* TA1535、TA1537、TA1538、TA92、TA94、TA98、TA100、*Escherichia coli* WP2 *uvrA*) を用いた復帰突然変異試験 (10、1000、20,000 µg/plate) が行われており、S9mix の有無に関わらず陰性であった。(参照 14)

細菌 (*S. typhimurium* TA1535、TA1537、TA1538) を用いた復帰突然変異試験 (0.145、0.29、0.58% (w/v))、酵母 (*Saccharomyces cerevisiae* D4) を用いた遺伝子変換試験 (1.25、2.5、5 % (w/v)) 行われているが、いずれも S9mix の有無に関わらず、陰性であった。(参照 26)

グルタミン酸、その塩類に関し、以下の報告がある。

(L-グルタミン酸)

細菌 (*S. typhimurium* TA94、TA97、TA98、TA100、TA102、TA2637) を用いた復帰突然変異試験 (最高濃度 2,000 µg/plate) が行われており、S9mix の有無に関わらず、陰性であった。(参照 27、28)

細菌 (*S. typhimurium* TA1535、TA1537、TA1538、TA98、TA100) を用いた復帰突然変異試験 (1.25、2.5、5.0% (w/v))、酵母 (*S. cerevisiae* D4) を用いた遺伝子変換試験 (1.25、2.5、5.0% (w/v)) が行われており、共に S9mix の有無に関わらず、陰性であった。(参照 29)

S9 mix 非存在下で行われたチャイニーズ・ハムスター培養細胞株 (CHL) を用いた染色体異常試験 (最高濃度 2,000 µg/mL) では、陰性の結果が得られている。(参照 27、30)

(L-グルタミン酸塩酸塩)

細菌 (*S. typhimurium* TA1535、TA1537、TA1538、TA98、TA100) を用

いた復帰突然変異試験 (0.00625、0.0125、0.025% (w/v))、酵母 (*S. cerevisiae* D4) を用いた遺伝子変換試験 (0.7、1.4、2.8 % (w/v)) が行われており、共に S9mix の有無に関わらず、陰性であった。(参照 31)

(L-グルタミン酸ナトリウム)

細菌 (*S. typhimurium* G46) を用いて行われた宿主経路試験では、ラットに L-グルタミン酸ナトリウム (0、0.2、5.7 g/kg 体重/日) を 14 日間強制経口投与した結果は陰性であった。(参照 32)

マウスに L-グルタミン酸ナトリウム (0、2.7、5.4 g/kg 体重) を単回強制投与し、投与後直ちに交配させた優性致死試験では、優性致死の有意な増加は認められず、陰性の結果が得られている。(参照 33)

(L-グルタミン酸カリウム)

S9mix 非存在下で行われた *B. subtilis* H17 (*rec⁺*) 及び M45 (*rec*) を用いた Rec-assay (100、200、500 mg/mL) では、陰性の結果であった。(参照 14)

細菌 (*S. typhimurium* TA1535、TA1537、TA1538、TA92、TA94、TA98、TA100、*E. coli* WP2 *uvrA*) を用いた復帰突然変異試験 (10、1000、20000 µg/plate) が行われており、S9mix の有無に関わらず、陰性であった。(参照 14)

細菌 (*S. typhimurium* TA1535、TA1537、TA1538) を用いた復帰突然変異試験 (0.75、1.5、3.0% (w/v))、酵母 (*S. cerevisiae* D4) を用いた遺伝子変換試験 (1.25、2.5、5.0 % (w/v)) が行われており、S9mix の有無に関わらず、陰性であった。(参照 34)

以上より、L-グルタミン酸アンモニウムについては細菌と酵母による試験で陰性の結果が得られており、その他の類縁化合物についての遺伝毒性試験の結果も全て陰性で、L-グルタミン酸アンモニウムには特段問題となるような遺伝毒性はないものと考えられた。

(5) 生化学・一般薬理

L-グルタミン酸アンモニウムについての生化学・一般薬理に関する試験成績を確認することは出来なかった。L-グルタミン酸あるいはそのナトリウム塩に関し、以下の報告がある。

(L-グルタミン酸)

L-グルタミン酸は中枢神経系での主要な興奮性神経伝達物質であり、その生理作用に関しては多岐にわたり膨大な報告がある。また、高濃度の L-グルタミン酸は異常な神経興奮を引き起こし、様々な病態と関連している。そのほか、

上述のとおりアミノ酸代謝において、エネルギー源、L-グルタミンの前駆物質、クエン酸サイクルの中間代謝物質、L-グルタミンへの変換による窒素の輸送、グルタチオン合成の基質などの役割を果たしている。(参照 8)

レバー押し作業学習を用いた試験を幼若ラットで行った報告においては、中等量 (200 mg/日 ; 約 1.3 g/kg 体重/日) では学習を促進させるが、高用量 (400 mg/日 ; 約 2.6 g/kg 体重/日) では過度の異常活動や無秩序な行動を惹起した。(参照 35)

(L-グルタミン酸ナトリウム)

高濃度の L-グルタミン酸ナトリウムを経口投与すると中枢神経系、特に視床下部に障害が引き起こされることが報告された。この作用に対して最も感受性の高い動物種は新生児のマウスであり、50%有効量 (ED₅₀) は約 500 mg/kg 体重であった。耐薬性が認められる最大量は約 60 mg/kg 体重であった。その後、多くの動物 (マウス、ラット、ハムスター、モルモット、ウサギ、イヌ、サル等) の新生児で中枢神経毒作用について追試されたが、その結果、イヌ、サル等では L-グルタミン酸ナトリウムによる毒性症状は認められなかった (参照 9)。このような種差の理由については説明されておらず、また、マウスおよびラット新生児による多くの研究でも、研究者によりその結果が異なっていた。

これらの神経毒性に関する報告については、個々の報告に見解が示されている訳ではないが、最終的に 1987 年に JECFA は、乳幼児において L-グルタミン酸ナトリウムは成人と同様に代謝されること等入手可能なデータから、食品中にあらかじめ存在する量に加え、食品添加物として技術的に必要な量を使用する限り、健康に影響を及ぼすことはないとしている (参照 9)。また、1980 年に FDA の委託を受けた FASEB (Federation of American Societies for Experimental Biology) も、乳幼児を含めヒトに対して有害影響を起こす、あるいは示唆する証拠はないと結論し、FDA に報告している (参照 35)。

(6) ヒトにおける知見

L-グルタミン酸アンモニウムについてのヒトにおける知見を確認することは出来なかった。L-グルタミン酸ナトリウムに関し、以下の報告がある。

① 中華料理店症候群 (CRS) について

L-グルタミン酸ナトリウムを含む中華料理を喫食後、15~30 分頃に始まる後頭部の知覚麻痺、全身の脱力、動悸を主徴とする、いわゆる中華料理店症候群 (Chinese Restaurant Syndrome ; CRS) が知られている。感受性は女性の方で高いという報告もあるが、以下のとおり、二重盲検法による臨床試験において、L-グルタミン酸ナトリウムの使用量と CRS との間に有意な相関

関係は無いとの成績が得られており、JECFA は、CRS と L-グルタミン酸ナトリウムの摂取との間に明確な関係は認められないと結論している。(参照 9、13、35、36)

L-グルタミン酸ナトリウムに関する最初の系統的な臨床試験報告として、大量の L-グルタミン酸ナトリウムを経口投与、あるいは静脈内投与したヒトに皮膚の灼熱感(胸部に始まり頸部、上腕部に広がる)、顔面のこわばり、胸痛が発現したとの 1968 年の報告がある。投与後症状が現れるまでの時間は、静脈内投与で 17~20 秒、経口摂取で 12~25 分であったが、症状の内容は投与方法により異なり、静脈内投与では上記の 3 徴候すべてがみられたが、経口投与では一部が認められたのみであった。また、症状の発現に必要な投与量には個人差があり、静脈内投与では 25~125 mg、経口投与では 1.2~12 g とされている。症状の発現は静脈内投与の場合の方が鋭敏で、たとえば 21 g の経口摂取で症状の発現がなかった例が、50 mg の静脈内投与で典型的な症状を示したとされている。その他、500 mg の静脈内投与により胸痛を示した例について心電図の検査を実施したが、異常所見はなかったとされている。

(参照 13)

その後、L-グルタミン酸ナトリウムの摂取と CRS の関係について二重盲検法による多くの臨床試験が報告されており、L-グルタミン酸摂取群(各群 1.25~5 g) を設けた新たな試験成績を含めた 2000 年に発表された論文では、L-グルタミン酸摂取群においてプラセボ投与群に比べて何らかの症状を示す例数は多いが、典型的な CRS の徴候がみられた例はなく(参照 36)、しかも症状の発現と血中の L-グルタミン酸濃度の間にも相関が認められなかったとされている。したがって、大量の L-グルタミン酸ナトリウムの摂取後に認められた胸やけ、ふらつき、顔や肩のこわばり、胸痛などの症状は L-グルタミン酸に特異的なものではないと考えられた(参照 13、36、37)。

② 気管支喘息

中華料理を食べてから 12 時間後に気管支喘息の発作を起こした 2 名について、さらに L-グルタミン酸ナトリウム (2.5 g) を含有するカプセルを摂取させたところ、10~12 時間後に最大呼気流速 (Peak expiratory flow rate ; PEFr) の減少が認められたとする 1981 年の報告がある。この知見からは L-グルタミン酸ナトリウムが気管支の攣縮に関与しているものと考えられたが、この試験については、〔1〕呼吸機能の病態判定には PEFr よりも信頼性の高い方法を用いるべきこと、〔2〕プロトコールではプラセボ試験の直前にテオフィリンの投与が中止されているため、L-グルタミン酸ナトリウムによる試験時には体内のテオフィリン濃度が著しく低下しており、このような状況ではプラセボと被験物質による反応の差異を区別することは困難である

ことが指摘された。

1987年以降、L-グルタミン酸ナトリウムと気管支喘息の関係を否定する結果が報告されている。中華料理の摂取後に喘息発作を起こした病歴をもつ計45名の患者について、L-グルタミン酸ナトリウム摂取による喘息の惹起試験が実施されているが、陽性の反応はみられなかった。また、中華料理の摂取後の喘息発作がみられなかった109名の喘息患者について同様の試験が行われているが、陽性反応の例はなかったと報告されている。(参照 13、38)

3. 一日摂取量の推計等

(1) わが国における評価

「あなたが食べている食品添加物」(平成13年食品添加物研究会編)によると、食品から摂取されるL-グルタミン酸類の一人あたりの平均の一日摂取量は、加工食品からの添加物としての摂取が主であると考えられ、1998年から1999年の調査においてL-グルタミン酸として1,198 mgである。(参照 39)

年齢別に比較すると、2000年の調査において1-6歳乳幼児における加工食品由来のL-グルタミン酸としての平均摂取量は924 mg、7-14歳では1,342 mg、15-19歳では1,770 mg、20-64歳では1,900 mg、65歳以上では1,640 mgと報告されている。(参照 40)

一方、平成16年度厚生労働科学研究によれば、食品添加物の食品向け生産量を基に算出されるL-グルタミン酸類の一人あたりの平均の一日摂取量は、L-グルタミン酸として約1,290 mgと推定される。なお、その99%以上がナトリウム塩である。(参照 41)

なお、平成16年国民健康・栄養調査におけるタンパク質の平均一日摂取量70.8 g (1~6歳:46.5 g)を基に、ヒトが一日で摂取する食事性タンパク質由来の総アミノ酸量のうち約20%がL-グルタミン酸とされており、またその吸収率は40%とされていることから(参照 8)、食事性タンパク質の全てがアミノ酸となると仮定した場合、食事性タンパク質からのL-グルタミン酸の吸収量は約6 g (1~6歳:約4 g)と推定される(参照 42)。

(2) 米国における評価

米国におけるNAS/NRC GRAS物質調査によると、L-グルタミン酸類の食品への使用は1960年から1970年の間に増加し、1970年の総使用量は14トン(メーカー報告量の補正值)、使用対象食品と使用濃度(平均値)は、スープ類、粉末スープに0.42%であった(加工食品メーカー報告に基づく)。(参照 43)

米国におけるNAS/NRC食品添加物等使用調査(1989年)によると、食品添加物等のメーカーからの報告に基づく、L-グルタミン酸アンモニウムの食品への1975年、1982年、1987年の年間使用量は、24千ポンド(10.9トン)、61千ポンド(27.7トン)、66.6千ポンド(29.9トン)と報告されている。一方、

L-グルタミン酸ナトリウムの食品への 1975 年、1982 年、1987 年の年間使用量は、25,500 千ポンド (11,600 トン)、28,400 千ポンド (12,900 トン)、18,600 千ポンド (8,440 トン) であった。(参照 44)

また、FDA の 1996 年の報告によると、米国における L-グルタミン酸ナトリウムの一日平均摂取量は 0.2~0.5 g とされている。(参照 37)

また、FDA の委託を受けた FASEB は、1978 年時点で、市販の乳幼児または若年者用の食品に添加してよいと判断できるような安全性データが不十分であることから、現状として、L-グルタミン酸及びその塩類はこれらの食品に対しては添加していないと考えられるとし、FDA に報告した。(参照 35)

(3) EU における評価

L-グルタミン酸アンモニウムを含む L-グルタミン酸類は、1990 年にグループとして「ADI を特定しない」とされていることから、EU 加盟各国が最近実施した食品添加物の摂取量調査において、実摂取量算定の優先度は低いと報告されている。(参照 45)

なお、1992 年の FASEB 報告書によると、EU における食品における L-グルタミン酸ナトリウムの一日摂取量は 350 mg を超えないとの報告がある。(参照 46)

III. 国際機関等における評価

1. JECFA における評価

JECFA は 1971 年の第 14 回及び 1973 年の第 17 回会議において、L-グルタミン酸、同アンモニウム塩、同カルシウム塩、同ナトリウム塩及び同カリウム塩について評価し、ADI をグループとして 0~120 mg/kg 体重/日 (L-グルタミン酸換算) と設定している。この会議において、動物実験において新生児で L-グルタミン酸に対し高い感受性を示す懸念が示唆されたことから、この ADI は生後 12 週以前の乳児には適用すべきでないとされた。(参照 9、47)

その後、L-グルタミン酸ナトリウムの摂取量が一部のアジア諸国において近年増加しており、上記 ADI を超える可能性があるとの情報があり、JECFA は 1987 年の第 31 回会議において、1973 年以降に集められた L-グルタミン酸に関する、特に代謝、神経毒性、内分泌機能への影響並びに過敏症に関する知見についての情報に基づいて検討した。論点は次の 2 点であった。(参照 9、48)

(1) 乳幼児に対する神経毒性の懸念

大量の L-グルタミン酸塩の経口投与により、母乳中の L-グルタミン酸濃度は

増加せず、また少なくともラット、サルにおいては胎盤をほとんど通過しないとの知見が得られている。また、L-グルタミン酸ナトリウムの大量投与による神経毒性の発現について、感受性は動物種等により異なり、マウスの新生児で最も高いとされている。マウスにおいて神経毒性を発現しない最大の血中濃度は新生児で 100～130 $\mu\text{mol/dl}$ 、離乳期で 380 $\mu\text{mol/dl}$ 、成熟期で 630 $\mu\text{mol/dl}$ である。ヒトにおける臨床試験によると、L-グルタミン酸ナトリウム 150 mg/kg 体重を水溶液として単回経口投与しても、血中濃度は前述の神経障害を起こすレベルには達しないとされている。これらの知見を総合し、L-グルタミン酸の血漿中濃度の最高値は食品摂取量に依存し、また乳幼児においてL-グルタミン酸ナトリウムは成人と同様に代謝されることから、神経毒性はヒトに経口摂取しても発現しないと評価された。(参照 9、13)

(2) CRS について

十分に管理された二重盲検交叉試験では、CRS と L-グルタミン酸ナトリウムの摂取との間に明確な関係は認められないと結論された。(参照 9、13)

これらを考慮した上で 1987 年に JECFA は、L-グルタミン酸類について、食品中にあらかじめ存在する量に加え、食品添加物として技術的に必要な量を使用する限り、健康に影響を及ぼすことはないとし、前回の上述の L-グルタミン酸及びその塩類に対する ADI (0～120 mg/kg 体重/日) を、マグネシウム塩も含め「ADI を特定しない (not specified)」に変更している。ただし、L-グルタミン酸ナトリウムを大量に単回摂取した場合、複数回に分けて摂取する場合よりも血漿中濃度が高くなる可能性があるので注意すべきであること、また、食品添加物の一般原則として、乳幼児向け食品には注意深く使用すべきであり、成人の嗜好への配慮を目的とした添加は、乳幼児向け食品に対してはすべきではないことを付記している。(参照 9、48)

2. 米国における評価

FDA の委託を受けた FASEB は 1978 年 (参照 35) 及び 1980 年 (参照 43) に L-グルタミン酸とその塩類についての既存の安全性情報を評価し、〔1〕L-グルタミン酸及びその塩酸塩、ナトリウム塩、アンモニウム塩、並びにカリウム塩は現状で通常使用されている量、方法で用いられる限り、乳幼児を含めヒトに対して有害影響を起こす、あるいは示唆する証拠はないが、〔2〕現在と比べた摂取量の著しい増加による影響は追加データなしには判断できないとし、FDA に報告した。

FDA はこの評価に基づいて 1986 年までに、L-グルタミン酸及び L-グルタミン酸アンモニウムを含む上述の塩類について、適正使用規範 (GMP ; Good Manufacturing Practice) に従って使用する限りにおいては、GRAS 物質 (Substances Generally Recognized as Safe ; 一般に安全と認められる物質) と

分類し、食肉製品、食鳥肉製品のフレーバー保持・増強剤としての使用を含め、食品全般に必要な量の使用を認めている。(参照 49～53)

FDAは1980年～1994年にL-グルタミン酸ナトリウム摂取後の副反応に関する多数の報告を受けている。しかしながら、1995年のFASEB報告書においては、L-グルタミン酸ナトリウムを3 g以上、食事なしの条件で経口摂取した後1時間以内にいわゆるCRSの症状を引き起こすヒトがいるとする報告があるものの、通常、L-グルタミン酸ナトリウムを使用した食品の通常の1食分の量（サービング）では、その含有量は0.5g未満であるので、そのような症状は大量あるいは液体で摂取された場合に生じるものではないかとされている。また、ヒトにおいて、L-グルタミン酸ナトリウムの摂取により脳の病変あるいは神経細胞の傷害が惹起されることを示唆する証拠はないとされている。(参照53)

FASEB の報告を受け、米国においては、L-グルタミン酸ナトリウムの摂取とCRS の関係については適切なプロトコールによる二重盲検試験が不足していることなどから二重盲検試験が実施され、2000年、「(6) ヒトにおける知見」に示したように、関連性を否定する結果が報告されている。(参照 36、37、53)

3. EUにおける評価

欧州食品科学委員会（SCF）は1990年に、L-グルタミン酸及びそのアンモニウム塩、ナトリウム塩、カリウム塩、カルシウム塩並びにマグネシウム塩はSCFが推奨する方法で使用する場合、「ADIを特定しない」としている。なお、乳幼児は成人と同様にL-グルタミン酸類を代謝することが知られていることから、L-グルタミン酸塩の経口摂取の増加により感受性は変化しないとしている。(参照 45、53)

EUでは、薬味料及び調味料として必要量、その他一般食品には10 g/kgの範囲内で使用が認められている（E 624）。(参照 54)

IV. 食品健康影響評価

本物質そのものの体内動態に関する試験はないが、L-グルタミン酸アンモニウムは、胃液中で容易にL-グルタミン酸になると予測されることから、胃を通過した時点で食事由来の遊離L-グルタミン酸、タンパク質分解物としてのL-グルタミン酸、あるいはL-グルタミン酸ナトリウム等の塩類と同一の過程を経て吸収されると考えられる。

よって、L-グルタミン酸アンモニウムについて、提出された毒性試験成績等は必ずしも網羅的なものではないが、既にわが国で使用の認められているL-グルタミン酸及びその塩類の試験成績を用いて総合的に評価することは可能と判断した。

L-グルタミン酸アンモニウムのほか、L-グルタミン酸及びその塩類の安全性試験成績（別紙）を評価した結果、発がん性、生殖発生毒性及び遺伝毒性を有さないと考えられる。また、反復投与毒性試験では、安全性に懸念を生じさせる特段の毒性影響は認められないと考えられた。

なお、わが国において、L-グルタミン酸、同カルシウム塩、同カリウム塩、同マグネシウム塩及び同ナトリウム塩については、食品添加物としての使用経験があり、これまでに安全性に関して特段の問題は指摘されていない。JECFA では、上述の物質及び同アンモニウム塩について、「ADIを特定しない」と評価している。

以上から、L-グルタミン酸アンモニウムが添加物として適切に使用される場合、安全性に懸念がないと考えられ、ADIを特定する必要はないと評価した。

なお、神経毒性については、マウス及びラットの新生児に高濃度のL-グルタミン酸ナトリウムを投与すると、中枢神経系、特に視床下部に障害が引き起こされることが知られているが、サルを含めた他の動物種の新生児では確認されていない。このため、L-グルタミン酸アンモニウムが添加物として適切に使用される限りにおいて、乳幼児で神経障害が起こるとは考えにくいと判断した。

また、JECFA等で評価されているL-グルタミン酸ナトリウムとCRSの関連性については、明確な関係は認められないとされており、本調査会としては妥当と判断した。

<別紙：L-グルタミン酸アンモニウム 安全性試験結果>

試験種類	動物種	試験期間	投与方法	動物数/群	被験物質	投与量	試験結果	参照No
急性毒性	ラット マウス	単回投与	強制 経口	雌雄各 10 匹	L-グルタミン酸アンモニウム ²	不明	ラット雄 LD ₅₀ :9,100 mg/kg 体重 ラット雌 LD ₅₀ :8,300 mg/kg 体重 マウス雄 LD ₅₀ :6,300 mg/kg 体重 マウス雌 LD ₅₀ :5,900 mg/kg 体重	14 15
					L-グルタミン酸カリウム		ラット雄 LD ₅₀ :8,500 mg/kg 体重 ラット雌 LD ₅₀ :7,900 mg/kg 体重 マウス雄 LD ₅₀ :7,700 mg/kg 体重 マウス雌 LD ₅₀ :8,100 mg/kg 体重	
					L-グルタミン酸カルシウム		ラット雄 LD ₅₀ :18,200 mg/kg 体重 ラット雌 LD ₅₀ :14,700 mg/kg 体重 マウス雄 LD ₅₀ :13,300 mg/kg 体重 マウス雌 LD ₅₀ :13,800 mg/kg 体重	
					L-グルタミン酸マグネシウム		ラット雄 LD ₅₀ :18,000 mg/kg 体重 ラット雌 LD ₅₀ :19,000 mg/kg 体重 マウス雄 LD ₅₀ :14,900 mg/kg 体重 マウス雌 LD ₅₀ :15,200 mg/kg 体重	
					L-グルタミン酸ナトリウム		ラット雄 LD ₅₀ :17,300 mg/kg 体重 ラット雌 LD ₅₀ :15,800 mg/kg 体重 マウス雄 LD ₅₀ :17,700 mg/kg 体重 マウス雌 LD ₅₀ :16,400 mg/kg 体重	
	ラット マウス ウサギ	単回投与	経口	不明	L-グルタミン酸ナトリウム	不明	ラット LD ₅₀ :19,900 mg/kg 体重	9
					L-グルタミン酸		ラット LD ₅₀ :16,600 mg/kg 体重 マウス LD ₅₀ :16,200 mg/kg 体重 マウス LD ₅₀ :19,200 mg/kg 体重 マウス LD ₅₀ :12,961 mg/kg 体重 ウサギ LD ₅₀ :2,300 mg/kg 体重<	
反復投与毒性及び発がん性	マウス	715 日間	混餌	雄各 100 匹	L-グルタミン酸、L-及び DL-グルタミン酸ナトリウム	0、1、4% (0、1500、6,000 mg/kg 体重/日 ¹⁾)	死亡率、血液学的検査、組織学的検査、腫瘍発生率に有意な差は認められなかった。	9 16
	ラット	12 週齢から 2 年間	混餌	雌雄各 35 あるいは 40 匹		0、0.1%、0.4% (0、50、200 mg/kg 体重/日 ¹⁾)	体重、摂餌量、一般行動、生存率、血液学的検査、臓器重量、組織学的検査に有意な差は認められなかった。また、腫瘍の発生率に群間による差は認められなかった。	9 18
	ラット	10 週間	混餌	雄各 10	L-グルタミン酸ナトリウム	0、5.83% (0、2,915 mg/kg 体重/日 ¹⁾)	有意な体重増加の抑制、尿の pH の上昇、クレアチニン濃度の減少、ナトリウムイオン濃度の上昇、膀胱上皮の単純性過形成が認められた。	19
	ラット	90 日間	経口	雄各 5 匹	L- (天然)、D- (合成) 及び L- (合成) グルタミン酸ナトリウム	0、20、200、2,000 mg/kg 体重/日	体重、臓器重量及び組織学的検査に変化は認められなかった。	9

試験種類	動物種	試験期間	投与方法	動物数/群	被験物質	投与量	試験結果	参照No
反復投与毒性及び発がん性(続き)	ラット	13週間	混餌	雄各10	L-グルタミン酸ナトリウム	0.6% (0, 3,000 mg/kg 体重/日) 塩基: NaHCO ₃ (1.6%; 800 mg/kg 体重/日)、KHCO ₃ (2.5%; 1,250 mg/kg 体重/日) 酸: NH ₄ Cl (1.0%; 500 mg/kg 体重/日)	KHCO ₃ とともに投与した群にのみ、膀胱及び腎臓の粘膜上皮の過形成が有意に認められた。	20
	ラット	104週間	混餌	雌雄各40匹	グルタミン酸ナトリウム	0, 1, 2, 4% (0, 500, 1,000, 2,000 mg/kg 体重/日) 1,025 mg/kg 体重/日	4%投与群及びプロピオン酸ナトリウム投与群で、飲水量、尿量及び尿中ナトリウム量が増加傾向を示し、雄では60週以降で体重が低値傾向を示した。摂餌量、体重、一般状態、血液学的ならびに血液生化学的検査及び血清グルタミン酸含量で差は認められず、また、組織学的に明らかな異常所見は認められていない。 12週及び104週目に腎盂部及び腎臓の皮髄境界部に限局的な石灰沈着が散発的に観察された。	9 21
	ラット	104週間	混餌	雌雄各50匹(5週齢)	L-グルタミン酸ナトリウム	0, 0.6, 1.25, 2.5, 5% (0, 231, 481, 975, 1,982 (雄), 0, 268, 553, 1,121, 2,311 (雌) mg/kg 体重/日)	2.5%及び5%投与群: 尿検査でpHとナトリウム濃度が雌雄とも高い傾向を示したが、カリウム濃度では雌雄とも低い傾向を示した。 5%投与群: 体重は雄で98週以降に、雌で90週以降に有意な増加抑制あるいは抑制傾向を示した。尿検査では、尿量が雄で1, 3, 24ヶ月後に高値を示した。臓器重量では、雌雄ともに腎臓の比重量が、また雄にのみ膀胱の比重量が有意に増加していた。一般状態や摂餌量、生存率、血液学的検査では群間に明らかな差は認められなかった。各臓器の腫瘍発生率については投与群と対照群の間に有意な差は認められなかった。	22
	ビーグル犬	104週間	混餌	雌雄各5匹	L-グルタミン酸ナトリウム	0, 2.5, 5, 10% (0, 625, 1,250, 2,500 mg/kg 体重/日) 1) 対照群: プロピオン酸ナトリウム (5.13%; 1,282.5 mg/kg 体重/日)	投与から26, 52, 78, 104週後に実施した尿検査では、投与群、プロピオン酸ナトリウム投与群とともに尿量及びナトリウム排泄量が増加傾向を示したが、尿濃縮能は正常であった。 体重、摂餌量、一般行動、心電図、眼科学的検査、血液学的及び血液生化学的検査、臓器重量、組織学的検査、死亡率に影響は認められなかった。	9 23
生殖発生毒性	ラット	妊娠末期	混餌	不明	L-グルタミン酸	0.2% (0, 1,000 mg/kg 体重/日) 1)	吸収胚数、生存胎児数、胎児体重及び胎児の内部器官と骨格検査を実施し、差は認められなかった。	9 24
	マウス	2週間混餌投与後 F ₁ 世代を出産させ、90日齢時点で F ₂ 世代を出産	混餌	雌雄各2~5匹	L-グルタミン酸ナトリウム	0, 2, 4% (0, 4,000, 8,000 mg/kg 体重/日)	親動物及び F ₁ 動物の体重及び摂餌量に差は認められなかった。性周期や妊娠期間、F ₁ 及び F ₂ 世代の胎児数、胎児体重、親動物及び F ₁ 世代の臓器重量や主要臓器(脳、眼を含む)の組織学的検査、F ₂ 児の成長に異常は認められなかった。	9 25

試験種類	動物種	試験期間	投与方法	動物数/群	被験物質	投与量	試験結果	参照No
生殖発生毒性 (続き)	マウス	組織学的検査は F ₃ 世代で出生 0、3、14 及び 21 日に実施	混餌	雄 17 匹、雌 51 匹	L-グルタミン酸ナトリウム	0、1、4% (雄 0、1,500、6,000 mg/kg 体重/日、雌 0、1,800、7,200 mg/kg 体重/日)	母動物の摂餌量は授乳期に著しく増加し、L-グルタミン酸ナトリウムの摂取量は最大で 25,000 mg/kg 体重/日まで増加した。受胎能、妊娠率、生存率、哺育率に投与の影響は認められず、F ₃ 世代の離乳までに実施した組織学的検査でも投与に関連した変化は観察されなかった。	9
	マウス	10 日間	不明	雌 24~30 匹	L-グルタミン酸ナトリウム	0、5.2、24、112、520 mg/kg 体重	妊娠、着床数、母動物及び胎児の生存率、胎児体重、その他の指標に明らかな影響は認められなかった。	9
	ウサギ	15 日間	経口	9 匹	L-グルタミン酸ナトリウム	0、25 mg/kg 体重/日	受胎率、同腹児数及び哺育率に投与の影響は認められなかった。投与群の胎児体重は対照群に比べ僅かに低かったが、児の精巣、卵巣及び副腎、母動物の卵巣、副腎、肝臓、腎臓及び脾臓の重量は対照群との間に差は認められなかった。児の外表及び骨格検査においても異常は観察されなかった。また、投与群の流産及び吸収胚の発着頻度は対照群と同様であった。流産胎児に外表及び骨格異常は観察されなかった。	9
	ラット	妊娠 6~15 日	経口	雌 25 匹	L-グルタミン酸カリウム	0、4.5、21、97、450 mg/kg 体重	妊娠、母動物及び胎児の生存率、異常胎児の発現率に投与の影響は認められなかった。	9
遺伝毒性	<i>In vitro</i>	DNA 修復試験 (Rec assay) (- S9mix)		<i>Bacillus subtilis</i> H17 (rec) M45 (rec)	L-グルタミン酸アンモニウム ²	100、200、400 mg/mL	陰性。	14
		復帰突然変異試験 (+/- S9mix)		<i>S. typhimurium</i> TA1535 TA1537 TA1538 TA92 TA94 TA98 TA100 WP2uvrA		10、1000、20,000 µg/plate	S9mix の有無に関わらず陰性。	14
		復帰突然変異試験 (+/- S9mix)		<i>S. typhimurium</i> TA1535 TA1537 TA1538		0.145、0.29、0.58%(w/v)	S9mix の有無に関わらず陰性。	26
		遺伝子変換試験 (+/- S9mix)		<i>S. cerevisiae</i> D4		1.25、2.5、5% (w/v)	S9mix の有無に関わらず陰性。	26
	<i>In vitro</i>	復帰突然変異試験 (+/- S9mix)		<i>Salmonella typhimurium</i> TA94 TA97 TA98 TA100 TA102 TA2637	L-グルタミン酸	最高濃度 2,000 µg/plate	S9mix の有無に関わらず陰性。	27 28