

で、12 時間以内に死亡したとの報告がある。また、成人の最大耐量は 1,530 mg/kg 体重とする報告がある。（参照 48、49）

ヒト（26～51 歳 平均 34.3 歳、7 名）に D-乳酸（57.7、95.5 mg/kg 体重）をヨーグルトと混ぜて摂取させたとき、副作用は認められなかった。（参照 50）

ラットに大量の乳酸を与えた実験において、特段の影響が認められなかったことから、健康成人の経口摂取では何ら毒性があらわれないであろうとの報告もある。しかしながら、乳幼児及び高齢者における乳酸の影響は別途詳細に調べられるべきとしている。（参照 51）

新生児（出産予定日に生まれた 40 名）に DL-乳酸（0.4% ; 0.4 g/日⁶）を含んだ粉ミルクを摂取させたが、生後 2～4 週間の検査で体重増加に影響はみられなかったと報告されている。（参照 52）

生後 10 日から 12 日の健康乳児に DL-乳酸（0.35% ; 0.35 g/日⁶）を添加したミルクを摂取させたところ、L-乳酸の尿中排泄量が通常量の 3 倍に、D-乳酸の排泄量が 12 倍に増加した。乳酸添加ミルクの中止により乳酸の尿中排泄量は元に戻った。このことは試験に用いた乳酸が、L-乳酸（80%）と D-乳酸（20%）の混合物であったことから、乳児では D-乳酸を代謝することが乳酸よりも難しいからではないかと考えられた。また、乳児には乳酸に耐容できない例が多く、乳酸を与えると体重が減少し、下痢、血中重炭酸塩（Plasma bicarbonate）の減少、有機酸の尿中排泄の増加がみられ、食品から乳酸を除くと回復するとされている。（参照 52）

一方、生後 3 ヶ月までの健康な乳児に DL-乳酸（0.4%～0.5% ; 0.4～0.5 g/日⁶）を添加し酸性にしたミルクを 10 日間摂取させたところ、尿の pH のみが低下した。高濃度の牛乳を含む酸性乳（牛乳 80%）を摂取した乳児は、牛乳を少量含むミルクを摂取した乳児よりも尿中の酸性度が 2 倍高くなり、約 33%がアシドーシスとなった。成長速度の低下、食欲減退がみられ、酸性ミルクを通常のミルクに変更すると病状は速やかに回復したとされている。（参照 52）

（乳酸カルシウム）

ヒト（男性 3 名）に乳酸カルシウム（10 g）を 250 mL の水と共に摂取させたところ、激しい腹痛、嘔吐、下痢を引き起こしたが、5 g にするとそのような症状は現れなかった。（参照 53）

⁶ 要請者によると、乳幼児における調整粉乳の一日平均摂取量は約 100 g とされている。

4. 一日摂取量の推計等

(1) EUにおける評価

英国における食品添加物の摂取量調査（英国政府農林水産省食糧省、1984～1986年調査）において、一人あたりの一日平均摂取量はステアロイル乳酸ナトリウムで 14.7 mg、ステアロイル乳酸カルシウムで 0.2 mg と報告されている。（参照 54）

近年 EU では、各種食品添加物を対象として、SCF が設定した ADI とヒトでの摂取量とを比較するための調査が進められている。使用対象食品を最大限に上げ、これらに許容最高濃度が使われているという仮定で摂取量が算定されているため、ADI (20 mg/kg 体重) の算定摂取量に対する割合が成人で 2～114%、幼児で 136～268%という推計値が表示されている。過剰な算定値を補正するために、現在、実際の使用量に基づく摂取量の調査が進行中とされている。（参照 55）

(2) 米国における評価

米国における 1989 年の NAS/NRC 調査報告書によると、ステアロイル乳酸ナトリウムの年間使用量は 1970 年 244,000 ポンド (110.7 トン)、1976 年 1,730,000 ポンド (784.7 トン)、1982 年 793,000 ポンド (359.7 トン)、1987 年 5,660,000 ポンド (2,567 トン) であった。

また、ステアロイル乳酸カルシウムの年間使用量は 1970 年 338,000 ポンド (153.3 トン)、1975 年 60,000 ポンド (27.2 トン)、1976 年 1,070,000 ポンド (485.4 トン)、1982 年 193,000 ポンド (87.5 トン)、1987 年 330,000 ポンド (149.7 トン) であった。

(3) わが国における評価

平成 16 年度厚生労働科学研究によれば、2001 年度における食品添加物の食品向け生産量を基に算出されるステアロイル乳酸カルシウムの一人あたりの平均一日摂取量は、3.9 mg と推定されている。（参照 56）

Ⅲ. 国際機関等における評価

1. JECFA における評価

(1) ステアロイル乳酸類

JECFA は、1969 年第 13 回会議において、ステアロイル乳酸のナトリウム塩及びカルシウム塩の安全性を評価し、ラット（各群 5 匹）にステアロイル乳酸カルシウム（0、0.5、2.0、12.5%）を 43 日間投与した反復投与毒性試験で 2.0%及び 12.5%投与群に体重増加の抑制または肝比重量の増加がみられ、0.5%投与群（250 mg/kg 体重/日に相当）には毒性影響がなかったことから

(Hodge,1953年)、安全係数を100として、暫定ADIを0~2.5 mg/kg 体重/日に設定している。(参照6、17、19)

その後、JECFAは、1971年の第15回会議及び1973年の第17回会議において、ラット反復投与毒性試験の結果に一貫性がないことに言及した上で、より信頼度の高いラット1ヵ月間反復投与毒性試験(各群25匹)において5.0%未満の投与群で毒性影響が見られていないことを加味し、NOELを2.0%投与群(1,000 mg/kg 体重/日に相当)とすることが妥当とされた。その際、乳酸の代謝が、ステアロイル乳酸エステルとして存在している場合と、等量のステアリン酸が混在している場合で同等であるとしている。また、摂取したステアロイル乳酸エステルに由来する乳酸が、体内ですべて代謝プールに入るという考えに基づき、ステアロイル乳酸塩の安全性評価には、通常の長期毒性試験データは不要とされた。最終的に、ステアロイル乳酸塩に対する感受性がイヌでより低いというデータが得られていることから、安全係数を50として、ADIを0~20 mg/kg 体重/日に変更している。ただし、ヒトの代謝経路が他の動物種と同様であることを確認することが望ましいとされた。(参照6、17、19、57、58、59)

なお、ステアロイル乳酸、同カルシウム塩及び同ナトリウム塩については、第15回の報告書において、ADIがより高い値に変更されることになった背景に関して、次のように補足されている。すなわち、かつては毒性所見に関して懸念があったが、現時点ではステアロイル乳酸類が等量のステアリン酸と乳酸を摂取した場合と同様の挙動をとることが確認され、また、動物にステアロイル乳酸類を高用量投与した際に認められる脂肪肉芽腫の発生は飼料の組成に左右されることからステアリン酸等の摂取バランスの不均衡に起因すると考えられるなどの知見が得られたため、評価にあたってはステアリン酸の食事由来も含めた摂取量を考慮する必要性が示唆されたとしている。(参照59)

(2) 乳酸類

乳酸類についてJECFAは、ステアロイル乳酸カルシウムの評価に付随して1969年の第13回及び1973年の第17回会議において検討している。1969年には、当時D-乳酸に対して設定されていた暫定ADIを、成人においてD体の代謝能があるという証拠が得られたことから撤廃したが、乳幼児では引き続き使用制限が必要としている(参照60)。1973年には、評価にあたりヒトでの通常の摂取時の代謝経路を重視すべきであるが、ヒトでの乳酸類の耐容量に関する試験結果は入手できないことに言及した上で、3ヶ月までの乳児がDL体及びD体を利用できないとする証拠があることから、それらを乳児向け食品に使用すべきでないことを再度確認している(参照27)。なお、このことは、ステアロイル乳酸類の評価において言及されていない。(参照6、19、57、58、59)

2. FDAにおける評価

米国においては、ステアロイル乳酸のナトリウム塩及びカルシウム塩が食品添加物として認可されており、ベーカリー製品等における強化剤や乳化剤、加工助剤等として一定の上限量の範囲内で使用が認められている。(参照 5)

3. EUにおける評価

ステアロイル乳酸のナトリウム塩とカルシウム塩については、欧州食品科学委員会 (SCF) での評価により、グループ ADI 20 mg/kg 体重/日が設定されている。(参照 4、61)

EU では、ステアロイル乳酸ナトリウム (E481) に対して、ステアロイル乳酸カルシウム (E482) と同じ一定の上限量 (2~10 g/kg) を定め、ベーカリー製品、菓子類、飲料等への使用が認められている。(参照 4、62)

4. わが国における評価

(ステアリン酸マグネシウム：添加物)

ステアリン酸マグネシウムについては、ラット 90 日間反復投与毒性試験 (参照 22) において、10%以上の用量で肝への影響がみられている。しかしながら、毒性試験ガイドライン上は栄養障害のおそれがあることから通常 5%以上の混餌投与を実施する必要がないとされており、ステアリン酸マグネシウムについては ADI を特定する必要はないと評価されている。(参照 21、22)

(ステアリン酸カルシウム：添加物)

ステアリン酸及びステアリン酸マグネシウムの毒性試験成績 (参照 22、41、43、44、63、64、65、66、67) にも特段の毒性影響は認められておらず、ステアリン酸カルシウムに関する反復投与毒性の結果 (参照 63) から得られた NOAEL と海外における使用量との乖離も比較的大きいことから、ステアリン酸カルシウムについては、添加物として適切に使用される場合の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されている。(参照 68)

(ポリ乳酸を主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装)

環状ラクチドについて、ヒトが器具又は容器包装から食品を介して摂取する可能性があることから評価が行われ、イヌの 13 週間反復投与毒性試験 (参照 20、21) の NOAEL 100 mg/kg 体重/日を基に、安全係数を 1,000 として、ADI を 0.1 mg/kg 体重/日と設定されている。

また、容器包装からの D-乳酸の溶出による乳児への健康影響は極めて小さいものと考えられることから、「乳酸の ADI は設定する必要はないが、乳児用の食品に D-乳酸、DL-乳酸を使用することについては、考慮が必要と考えられる。」としている。(参照 8)

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、ステアロイル乳酸ナトリウムは、ステアロイル乳酸カルシウムと同様に胃液中で容易にステアロイル乳酸になり、さらにステアリン酸等の脂肪酸部分と乳酸部分に遊離した後に吸収されると予測された。また、乳酸部分はモノマーまたは一部分解される前段階の乳酸ダイマー（直鎖ラクチド）として吸収されることが示唆された。

よって、ステアロイル乳酸ナトリウムについて、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、ステアロイル乳酸カルシウムのデータを基に、ステアリン酸類及び乳酸類の毒性試験成績のデータも参考に総合的に評価することは可能と判断した。なお、JECFA では環状ラクチドのデータを考慮していないが、開環した直鎖ラクチドがステアロイル乳酸ナトリウムの代謝により 10%程度生じる可能性が示唆されていることから、環状ラクチドについて得られたデータも評価の参考に用いた。

評価に用いたステアロイル乳酸類の動物試験の多くは JECFA における評価に用いられたものであるが、その原著は古く、かつ、非公表とされており、現時点で入手は困難であることから、動物試験の詳細については確認できなかった。しかしながら、ステアロイル乳酸ナトリウムは、体内で食品成分であるステアリン酸と乳酸に分解され、それらのデータが存在すること、長年にわたり欧米諸国等で広く使用されており、その間安全性に関する特段の問題は指摘されていないことを踏まえ、本物質の評価にあたっては、JECFA の同添加物に対する評価を可能な限り考慮した。

ステアロイル乳酸ナトリウムのほか、ステアロイル乳酸カルシウム、参考としてステアリン酸類及び乳酸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た。

JECFA が評価の根拠としたステアロイル乳酸カルシウムのラット 43 日間反復投与毒性試験について、NOAEL は 2.0～12.5%にあると考えられるが、用量の公比が不均一であり正確な評価は不可能であること、また、現行ガイドラインでは 12.5% という高用量の投与は適切でないとされていることから、本試験結果を ADI の設定に用いないこととした。そこで、投与期間は短期であるが、投与群が細かく設定されており、かつ、被験動物数をより多く用いたラット 1 ヶ月反復投与毒性試験において認められた体重増加の抑制及び肝比重量の増加に基づき、本物質の NOAEL は 4.0% (2,000 mg/kg 体重/日) と評価した。

以上より、ステアロイル乳酸ナトリウムの NOAEL の最小値は 4.0% (2,000 mg/kg 体重/日) と考えられる。安全係数については、ステアロイル乳酸ナトリウムには海外における長年の食経験があること、食品成分に分解されしかも蓄積性がないと考

えられること、更に、参考としてイヌの2年間の反復投与毒性試験結果もあることから、通常の100を適用することとした。

上記を踏まえ、ステアロイル乳酸ナトリウムのADIは、20 mg/kg 体重/日と評価した。

ADI	20 mg/kg 体重/日
(ADI 設定根拠資料)	1ヶ月間反復投与毒性試験(ステアロイル乳酸カルシウム)
(動物種)	ラット
(投与方法)	混餌投与
(NOAEL 設定根拠所見)	体重増加の抑制及び肝比重量の増加 (JECFA 報告書に基づく)
(安全係数)	100

なお、乳幼児におけるステアロイル乳酸ナトリウムの摂取に由来するD-乳酸の摂取については、以下の理由から安全性に特段の問題はないと考えられる。

- ・ステアロイル乳酸ナトリウムには、海外における長年の食経験があり、乳幼児食品への使用制限はとられていない。
- ・ステアロイル乳酸ナトリウムに含まれる乳酸がすべてD体であると仮定して過大に見積もっても、その添加物としての摂取量は、乳幼児で影響がみられたときの摂取量より十分少ないと推定される。

<別紙：ステアロイル乳酸ナトリウム 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	単回投与	経口	各群 8	ステアロイル乳酸	20、25、30 g/kg 体重	30 g/kg 体重投与群では 8 匹中 4 匹が死亡した。20 または 25 g/kg 体重を投与した各群では 8 匹全例が生じた。死亡したラットの胃内に大量の吸収されなかった投与物質が検出されたことから、LD ₅₀ の設定が不可能であった。	17
	ラット	単回投与	経口	雌雄各 5	環状ラクチド	5,000 mg/kg 体重	LD ₅₀ >5,000 mg/kg 体重。	18
反復投与毒性	ラット	28 日間	混餌	雄各 20	ステアロイル乳酸ナトリウム	0、0.5%(0、2,500 mg/kg 体重/日 ²⁾)	90 日後の検査を除き各投与群において相対肝重量の軽度な増加が認められた。	17
	イヌ	7.5% 投与後、12.5% を 2 週間、さらに 15% を 1 ヶ月間	混餌	1		7.5% (1,875 mg/kg 体重/日)、12.5% (3,125 mg/kg 体重/日)、15% (3,750 mg/kg 体重/日 ²⁾)	血液、臓器重量及び病理組織学的検査において異常は認められなかった。	6 17 19
	ラット	43 日間	混餌	雄各 5	ステアロイル乳酸カルシウム	0、0.5、2.0、12.5% (0、250、1,000、6,250 mg/kg 体重/日 ²⁾)	2.0%及び 12.5%投与群で体重増加の抑制、2.0%投与群に相対肝重量の増加が認められた。なお、1969 年当時の評価では、認められた所見は 2.0%及び 12.5%投与群での肝比重量の増加のみとされていた。 <NOAEL : 2.0 % (1,000 mg/kg 体重/日) (JECFA による) >	6 17 19
	ラット	98 日間	混餌	雌雄各 10		0、0.5、5.0、12.5% (0、250、2,500、6,250 mg/kg 体重/日 ²⁾)	12.5%投与群で体重増加の抑制と、肝・胃・心臓・脾・脳の比重量の増加のほか、脂肪組織における脂肪肉芽腫の発生が認められた。	6 17 19
	ラット	1 ヶ月	混餌	雄各 25		0、0.1、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0、7.5%(0、50、500、1,000、1,500、2,000、2,500、3,750 mg/kg 体重/日 ²⁾)	5.0%以上の投与群で体重増加の抑制及び肝比重量の増加が認められた。 <NOAEL : 4.0 % (2,000 mg/kg 体重/日) >	6 17 19
	ビーグル犬	2 年間	混餌	雄 1、雌 3		0、7.5% (0、1,875 mg/kg 体重/日 ²⁾)	異常は認められなかった。	6 17 19

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(つづき)	ラット	90日間	混餌	雌雄各20	ステアリン酸マグネシウム	0、5、10、20% (0、2.5、5、10 mg/kg 体重/日 ²)	20%投与群の雄の体重が8週間で顕著に減少し、行動は緩慢となり、1匹に尿失禁がみられた。20%投与群の雌4匹は2ヶ月以内に死亡し、4匹全例に尿路結石が死因と考えられた。臓器重量については、全投与群の雌で腎比重量が減少し、10及び20%投与群の雄で肝比重量が減少した。病理組織学的に、対照群の雌では全例に腎の石灰沈着を認め、うち13匹で重度であったのに対し、20%投与群の雌では尿路の石灰沈着が軽度あるいは中等度であった。この尿路石灰沈着の軽減は、飼料中のマグネシウム含有増加に起因し、尿路比重量の減少に寄与したものと考察されている。 <NOAEL: 5%投与群(2,500 mg/kg 体重/日)>	20 21 22
	ビーグル犬	2週間	経口	雌雄各2	環状ラクチド	0、10、100、400、1,000、2,500 mg/kg 体重/日 (D-乳酸含量:約5%)	2,500 mg/kg 体重投与群の雌雄で嘔吐、雌で下痢、1,000 mg/kg 体重投与群の雌雄で嘔吐、100 mg/kg 体重投与群の雄1例で下痢が認められた。体重については、2,500 mg/kg 体重投与群の雌雄、1,000 mg/kg 体重投与群の雄で、投与初日と比較して平均体重が減少していた。臓器重量については、1,000 mg/kg 体重以上の投与群で胸腺と脾の比重量が減少していた。剖検では、400及び2,500 mg/kg 体重投与群の雌雄で、炎症による重度の消化管障害(食道・胃・小腸の暗色化と胃潰瘍)、胸腺・脾の萎縮、脾臓の暗色化が認められた。病理組織学的には、2,500 mg/kg 体重投与群において、雌雄の胃潰瘍・胃粘膜出血・小腸うっ血・尿細管変性・胸腺及び脾萎縮、雄の胃びらん、雌の食道びらん・肝細胞グリコーゲン枯渇・膵腺房細胞チモーゲン顆粒枯渇が認められた。さらに、1,000 mg/kg 体重投与群の雄では胸腺・脾萎縮が、雌では食道潰瘍が、400 mg/kg 体重投与群の雌雄では胃粘膜からの出血が、雄では小腸うっ血が、それぞれ認められた。	23
	ビーグル犬	13週間	経口	雌雄各4		0、4、20、100、mg/kg 体重/日 (D-乳酸含量:約5%)	剖検において100 mg/kg 体重投与群の雌雄の胃に出血・炎症・潰瘍に由来すると想定される巣状病変が認められ、病理組織学的に、100 mg/kg 体重投与群で胃潰瘍が認められた。著者らは、局所的变化で、雌雄各1匹と少ないことから、これを毒性所見とみなしていない。 <NOAEL: 100 mg/kg 体重/日(著者らによる)>	23 24
発がん性	ラット	2年間	飲水	雌雄各50	乳酸カルシウム	0、2.5、5% (0、1,250、2,500 mg/kg 体重/日 ²)	2.5%以上の投与群の雌雄で体重増加抑制が、5%投与群の雌で軽度な生存率の低下が認められたほか、5%投与群の雌において腎臓重量が軽度増加すると共に、病理組織学的に腎臓乳頭部カルシウム沈着の軽度増加を認めたが、特段の毒性、発がん性を有さないと考察された。	25
生殖発生毒性	マウス(妊娠期6-15日)	10日間	経口	12	乳酸	570 mg/kg 体重/日	母動物の接餌量現象及び肝比重量低下がみられ、胎児で頭頂骨骨化遅延の増加が認められた。	26

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
遺伝毒性	<i>In vitro</i>	復帰突然変異試験 (+/- S9mix)	TA92 TA94 TA98 TA100 TA1535 TA1537		ステアロイル乳酸カルシウム	最高濃度 300 µg/plate	S9mixの有無にかかわらず、陰性。	27 28
			TA92 TA94 TA98 TA100 TA1535 TA1537			最高濃度 1,000 µg/plate		29
		染色体異常試験	チャイニーズハムスター培養細胞株 (CHL)		最高濃度 62.5 µg/mL	S9mixの非存在下で、陰性。	27 28 29	
	<i>In vitro</i>	復帰突然変異試験 (+/- S9mix)	TA98 TA100 TA1535 TA1537 TA1538		ステアリン酸	50 µg/plate	S9mixの有無にかかわらず、陰性。	31
		復帰突然変異試験	TA98 TA 1535 TA1537 <i>E.coli</i> WP2 <i>uvr</i> A 等		ステアリン酸マグネシウム	5、15、50、150、500、1,500 及び 5,000 µg/plate の用量及び 156、313、625、1,250、2,500 及び 5,000 µg/plate の用量	S9mixの有無にかかわらず陰性。	21 22 32
	<i>In vitro</i>	有糸分裂異数性試験及び有糸分裂交差試験	酵母 (<i>S. cerevisiae</i> eD6)		ステアリン酸	~500 µg/mL	S9mixの非存在下で 24 時間及び 48 時間の連続処理法で行われており、いずれも陰性。	33
	<i>In vitro</i>	染色体異常試験	チャイニーズハムスター培養細胞株 (CHL)		ステアリン酸マグネシウム	短時間処理法の S9 mix (-): 1.56、3.12、6.25、12.5、25 及び 50 µg/mL、S9 mix (+): 31.3、62.5、250、500 及び 1,000 µg/mL、連続処理法の 24 時間処理: 0.313、0.625、1.25、2.5、5 及び 10 µg/mL、48 時間処理: 0.156、0.313、0.625、1.25、2.5 及び 5 µg/mL	S9mixの有無及び処理時間の長短にかかわらず、染色体異常を誘発しなかった。	21 22 34
	マウス	骨髄小核試験	単回経口		ステアリン酸マグネシウム	500、1,000 及び 2,000 mg/kg 体重の単回経口投与後 24 時間に実施	赤芽球に対する小核の誘発は認められなかった。	21 22 35

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				
遺伝毒性(つづき)	In vitro	復帰突然変異試験 (+/- S9mix)	TA92		乳酸	200 ~ 10,000 µg/plate	S9mixの有無にかかわらず、陰性。	27				
			TA94					28				
			TA98									
			TA100									
			TA1535									
			TA1537									
			<i>S.typhi murium</i>						37			
			<i>S.Cerevisiae</i>									
			TA94						乳酸ナトリウム	最高濃度 100,000 µg/plate	S9 mixの有無にかかわらず、陰性。	28
			TA98									38
TA100			5,000 ~ 50,000 µg/plate	S9 mixの有無にかかわらず、陰性。	39							
TA2637												
TA94		乳酸カルシウム	最高濃度 10,000 µg/plate	S9 mixの有無にかかわらず、陰性。	40							
TA98												
TA100			最高濃度 0.625%	S9mixの有無にかかわらず、いずれも陰性。	37							
TA97												
TA102		環状ラクチド	100, 333, 1,000, 3,300, 5,000 µg/plate	S9mixの有無にかかわらず、陰性。	41							
<i>S.typhi murium</i>												
<i>S.Cerevisiae</i>												
TA98		Rec-assay	<i>B.subtilis</i> M45 (Rec-) H17 (Rec+)		乳酸カリウム	最高濃度 20 mg/disk	いずれも陰性。	42				
TA100												
TA1535												
TA1537												
<i>E.coli</i> WP2 <i>uvrA</i>												
In vitro	前進突然変異試験	L5178Y TK+/- マウスリンパ腫			環状ラクチド	1回目: 1,000, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000 µg/mL, 2回目: 500, 1,000, 2,000, 2,500, 3,000 µg/mL	S9mixの有無にかかわらず、陰性。	43				
In vitro	染色体異常試験	チャイニーズハムスター培養細胞株 (CHL)			乳酸	最高濃度 1,000 µg/mL	S9mix 非存在下で 24 時間及び 48 時間の連続処理法で行われており、いずれも陰性。	27 28 44				
		チャイニーズハムスター培養細胞株 (CHL)			乳酸ナトリウム	500, 1,000, 2,000 µg/mL	S9mix 非存在下での 24 時間及び 48 時間の連続処理法で、いずれも陰性。	28 38 44				

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
遺伝毒性(つづき)	<i>In vitro</i>	染色体異常試験	チャイニーズハムスター培養細胞株(CHL)		乳酸カリウム	最高濃度 30,000 µg/mL	S9mix 非存在下での 24 時間及び 48 時間の連続処理法で、いずれも陰性。	42 44
	マウス	骨髄小核試験	経口	雌雄各 5	環状ラクチド	837.5、1,675、3,350 mg/kg の単回強制経口投与	陰性。	45
抗原性	モルモット	皮膚感受性試験		10	環状ラクチド	閉塞パッチ法: 感作、惹起時に 0.2 g を貼付	感作及び惹起を通じて皮膚反応は観察されなかった。	36
局所刺激性	ウサギ	眼刺激性試験		雄 1	環状ラクチド	0.05 g 適用、非洗眼	角膜及び虹彩障害並びに強度の結膜刺激性を認められたが、いずれも 72 時間後に回復していた。	46
	ウサギ	皮膚刺激性試験		雌雄各 3		0.5 g、4 時間接触	高度の紅斑と中程度の浮腫反応を認め、更に、皮下出血・白色化・落屑・剥離のほか、壊死や瘢痕の疑いも観察されたが、いずれも 48 時間後に消失していた。	47
ヒトにおける知見	ヒト		十二指腸内(誤投与)	1 名(27 歳女性)	乳酸	33% 乳酸を 100 mL	12 時間以内に死亡。成人の最大耐量は 1,530 mg/kg 体重とする報告がある。	48 49
			経口	7 名(26 ~ 51 歳、平均 34.3 歳)	D-乳酸	57.7、95.5 mg/kg 体重	ヨーグルトと混ぜて摂取したとき、副作用は認められなかった。	50
					乳酸		ラットに大量の乳酸を与えた実験において、特段の影響が認められなかったことから、健康成人の経口摂取では何ら毒性があらわれないであろう、との報告もある。しかしながら、乳幼児及び高齢者における乳酸の影響は別途より詳細に調べられるべきである、としている。	51
ヒトにおける知見	新生児		経口	40 名	DL-乳酸を含む粉ミルク	DL-乳酸 0.4 % ; 0.4 g/日 ⁶	生後 2~4 週間の検査で体重増加に影響はみられなかった。	52
	生後 10~12 日の乳児		経口		DL-乳酸を含むミルク	DL-乳酸 0.35% ; 0.35 g/日 ⁶	L-乳酸の尿中排泄量が通常の量の 3 倍に、D-乳酸の排泄量が 12 倍に増加した。乳酸添加ミルクの中止より乳酸の尿中排泄量は元に戻った。尚、乳児には乳酸に耐容できない例が多く、乳酸を与えると体重が減少し、下痢、血中炭酸塩(Plasma bicarbonate)の減少、有機酸の尿中排泄の増加がみられ、食品から乳酸を除くと回復するとされている。	52
	生後 3 ヶ月までの乳児	10 日間	経口		DL-乳酸を含む酸性ミルク	DL-乳酸 0.4 ~ 0.5 % ; 0.4~0.5 g/日	尿の pH のみが低下した。高濃度の牛乳を含む酸性乳(牛乳 80%)を摂取した乳児は、牛乳を少量含むミルクを摂取した乳児よりも尿中の酸性度が 2 倍高くなり、約 33% がアシドーシスとなった。成長速度の低下、食欲減退がみられ、酸性ミルクを通常のミルクに変更すると病状は速やかに回復した。	52
ヒト		経口	男性 3 名	乳酸カルシウム	10 g 5 g	10 g を 250 mL の水と共に摂取させたところ、激しい腹痛、嘔吐、下痢を引き起こしたが、5 g にするとそのような症状は現れなかった。	53	

<参照>

- 1 社団法人 有機合成化学協会. 2-ステアロイル乳酸カルシウム, 2-ステアロイル乳酸ナトリウム. 有機化合物辞典. (1995): 484-485.
- 2 Nawar WW. Lipid/ Emulsions and Emulsifiers. Food Chemistry Second Edition. Marcel Dekker Inc. (1985): 169-171,173.
- 3 ステアロイル乳酸ナトリウム(SSL)溶解性試験報告書. (株)武蔵野化学研究所作成資料. (2008)
- 4 Office for Official Publications of the EC. European Parliament and Council Directive No 95/2/EC of 20 February 1995 on Food Additives other than Colours and Sweeteners. Consleg: 1995L0002-29/01/2004 pp.1-8, 32-39.
- 5 Food and Drug Administrations, HHS. § 172.846 Sodium Stearoyl Lactylate. 21CFR Ch.1 , pp.94-95. (2005).
- 6 JECFA. Toxicological Evaluation of Some Food Additives Including Anticaking Agents, Antimicrobials, Antioxidants, Emulsifiers and Thickening Agents (Stearoyl Lactylic Acid, Calcium and Sodium Salts). WHO Food Additives Series No.5.(1973)
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v05je92.htm>
- 7 Drumright RE, Gruber PR, Henton DE. Polylactic Acid Technology. Adv. Mater. (2000)12: 1841-1846.
- 8 ポリ乳酸を主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装に係る食品健康影響評価について. 食品安全委員会 器具・容器包装専門調査会. 府食第523号. (2005).
<http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-hyouka-pla170526.pdf>
- 9 Tuominen J. Chain Linked Lactic Acid Polymers : Polymerization and Biodegradation Studies. Polymer Technology Publication Series. (2003)25.
- 10 Ikeda Y, Tsuji H. Biodegradable Polyesters for Medical and Ecological Applications. Macromol Rapid Commun. (2000)21: 117-132.
- 11 Improved Lactic Acid Processing ; Methods ; Arrangements ; and Products. World Intellectual Property Organization. (2001)
http://www.wipo.int/cgi-pct/guest/getbykey5?KEY=01/38284.010531&ELEMENT_SET=DECL
- 12 van Nostrum CF, Veldhuis TFJ, Bos GW, Hennink WE. Hydrolytic Degradation of Oligo (Lactic Acid) : a Kinetic and Mechanistic Study. Polymer. (2004)45: 6779-6787.

- 13 Phillips JC, Topp C, Gangolli SD. Studies on the Metabolism of Calcium Stearoyl-2-Lactylate in the Rat, Mouse, Guinea-pig and Man. Food Cosmet. Toxicol. (1981)19: 7-11.
- 14 Giescke D, Fabritius A. Oxidation and Excretion of D-Lactic Acid by Rats. Experientia 30/10. (1974): 1124-1125.
- 15 上代淑人(監訳). 脂質代謝/糖質代謝の調節(乳酸回路). ハーパー・生化学, 原書 21 版. (1998): 155-156, 207.
- 16 Stearic Acid A Unique Saturated Fat. Beef Facts, Human Nutrition Research. (2007)
http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/Stearic_Acid_FS_R1.pdf#search='stearic%20acid%20%20Beef%20Facts%20Human%20Nutrition%20Research'
- 17 JECFA. Toxicological Evaluation of some Food Colours, Emulsifiers, Stabilizers, Anti-caking Agents and Certain Other Substances. FAO Nutrition Meetings Report Series No.46A WHO/FOOD ADD/70.36. (1969)
- 18 FINAL REPORT Acute Oral Toxicity Study of Lactide 2097-99-2 in Rats (文献 18 における引用文献 39)
- 19 JECFA. Toxicological Evaluation of Some Enzymes, Modified Starches and Certain Other Substances (Stearoyl Lactylic Acid, Calcium and Sodium Salts). WHO Food Additives Series 1972, No.1
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v001je24.htm>
- 20 29th Report of the JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO technical report series 733 (1986).
- 21 厚生労働省発食安第0701016号におけるステアリン酸マグネシウム及びピリン酸三マグネシウムに係る食品健康影響評価の通知について. 食品安全委員会. 府食第34号. (2003)
<http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-tuuchi-bunsyo-01.pdf>
- 22 薬事・食品衛生審議会部会報告. 第5回食品安全委員会資料2. (2003)
<http://www.fsc.go.jp/iinkai/i-dai5/dai5kai-siryou2-1.pdf>
<http://www.fsc.go.jp/iinkai/i-dai5/dai5kai-siryou2-2.pdf>
- 23 CD.Hebert,et.al., Toxicity of Lactide in Dogs After 2 and 13 Weeks of Daily Oral Dosing ,Food and Chemical Toxicology, (1999)37,355. (文献18における引用文献42)
- 24 13-Week Toxicity Study of Lactide in Dogs(文献18における引用文献41)
- 25 Maekawa A, Matsushima Y, Onodera H, Shibutani M, Yoshida J, Kodama Y et al. Long-Term Toxicity / Carcinogenicity Study of

- Calcium Lactate in F344 Rats. *Fd. Chem. Toxic.* (1991)29: 589-594.
- 26 M.T.Colomina, et al., Concurrent Ingestion of Lactate and Aluminum can Result in Developmental Toxicity in Mice, *Res. Commun. Chem. Pathol.*, (1992)77,95. (文献18における引用文献38のg)
- 27 石館基, 祖父尼俊雄, 吉川国衛. I.食品添加物の変異原性試験成績(その3). 変異原と毒性. (1982)5: 579-587.
- 28 Ishidate M Jr, Sofuni T, Yoshikawa K, Hayashi M, Nohmi T, Sawada M, Matsuoka A. Primary Mutagenicity Screening of Food Additives Currently Used in Japan. *Food Chem. Toxicol.* (1984)22: 623-636.
- 29 石館基, 能美健彦, 松井道子. 微生物を用いる変異原性試験データ. 微生物を用いる変異原性試験データ集. *Life-science Information Center.* (1991): 112-113, 334-335.
- 30 祖父尼俊雄, 林真, 松岡厚子. 染色体異常試験データ. 染色体異常試験データ集, 改訂1998年版 *Life-science Information Center.* (1999): 108,300.
- 31 Blevins RD, Taylor DE. Mutagenicity Screening of Twenty-five Cosmetic Ingredients with the Salmonella/Microsome Test. *J. Environ. Sci. Health.* (1982)A17: 217-239.
- 32 ステアリン酸マグネシウムの細菌を用いる復帰突然変異試験 株式会社 新日本科学 安全性研究所(最終報告書)(2001)
- 33 Parry JM, Parry EM, Barrett JC. Tumour Promoters Induce Mitotic Aneuploidy in Yeast. *Nature* (1981)294: 263-265.
- 34 ステアリン酸マグネシウムのほ乳類培養細胞に用いる染色体異常試験 株式会社 新日本科学 安全性研究所(最終報告書)(2001)
- 35 ステアリン酸マグネシウムのマウスを用いる小核試験 株式会社 新日本科学 安全性研究所(最終報告書)(2001)
- 36 FINAL REPORT Dermal Sensitization Study of Lactide 2097-99-2 in Guinea Pigs-Closed Path Technique(文献18における引用文献48)
- 37 21CFR Parts 182 and 184. Lactic Acid and Calcium Lactate; Affirmation of GRAS Status for Lactic Acid and Calcium Lactate for Direct Human Food Ingredients. *Federal Register.* (1980)45:32324-32328.
- 38 石館基, 祖父尼俊雄, 吉川国衛. I.食品添加物の変異原性試験成績(その4). *ドキシコロジ-フォーラム.* (1983)6: 671-678.
- 39 石館基, 能美健彦, 松井道子. 微生物を用いる変異原性試験データ. 微生物を用いる変異原性試験データ集. *Life-science Information*

- Center, (1991): 334, 335, 498.
- 40 藤田博, 中野雅行, 佐々木美枝子. *Salmonella typhimutium* TA97, TA102 を用いた食品添加物の変異原性試験 (第 3 報). 東京衛研年報 (Ann. Rep. Tokyo Metr. Res. Lab. P.H.). (1988)39: 343-350.
- 41 MUTAGENICITY TEST WITH LACTIDE IN THE SALMONERA-ESCHRICHA COLI/MAMMALIAN-MICROSOME REVERSE MUTATION ASAAAY WITH ACONFIRMATORY ASSAY FINAL REPORT(文献18における引用文献43)
- 42 石館基, 滝澤行雄, 坂部美雄, 石崎睦雄, 渡辺重信, 館正知, 竹本和夫. I.食品添加物の変異原性試験成績 (その 9) .トキシコロジ-フォーラム. (1988)11: 663-669.
- 43 MUTAGENCITY TEST ON LACTIDE IN THE L5178 TK+/- MOUSE LYMPHOMA FORWARD MUTAION ASSAY WITH A CONFIRMATORY ASSAY FINAL REPORT(文献18における引用文献44)
- 44 祖父尼俊雄, 林真, 松岡厚子. 染色体異常試験データ. 染色体異常試験データ集, 改訂 1998 年版 pp.300, 404, 459, Life-science Information Center.
- 45 Mutagenecity Test on Lactide in an In Vivo Mouse Micronucleus Assay FINAL REPORT(文献18における引用文献45)
- 46 FINAL REPORT Primary Eye Irritation Study of PolyLactide 2097-99-1 in Rabbits(文献18における引用文献30)
- 47 FINAL REPORT Primary Dermal Irritation Study of PolyLactide 2097-99-1 in Rabbits(文献18における引用文献31)
- 48 E..Leschke, Fortschritte in der Erkennung und Behandlung derwichtigsten Vergiftungen,Munch.Med.Wschr.,(1932)79,1481. (文献18における引用文献33のC)
- 49 G.Nazario.AGENTE ACIDULANTES UTILIZADOS EM ALIMETOS,Rev.Inst Adolfo Lutz,(1951)11,141. (文献18における引用文献 33 の D)
- 50 de Vrese M, Barth CA. Postprandial Plasma D-lactate Concentrations After Yogurt Ingestion. Z. Ernährungswiss. (1991)30: 131-137.
- 51 Morotomi M, Sakai K, Yazawa K, Suegara N, Kawai Y, Mutai M. Effect and Fate on Orally Administered Lactic Acid in Rats. J. Nutr. Sci. Vitaminol. (1981)27: 117-128.
- 52 JECFA. Toxicological Evaluation of Some Food Additives Including Anticaking Agents, Antimicrobials, Antioxidants, Emulsifiers and

Thickening Agents (Lactic Acid and Its Ammonium, Calcium, Potassium and Sodium Salts). WHO Food Additives Series No.5. (1973)

<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v05je92.htm>

- 53 LSRO/FASEB. Evaluation of the Health Aspects of Lactic Acid and Calcium Lactate as Food Ingredients. NTIS PB283713 (1978).
- 54 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Dietary Intake of Food Additives in the UK:Initial Surveillance. Food Surveillance Paper No.37, HMSO. (1993).
- 55 EU Commission. Report From The Commission on Dietary Food Additive Intake in the European Union. (2001)
http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/additives/flav15_en.pdf
- 56 日本食品添加物協会「生産量統計を基にした食品添加物の摂取量の推定」研究グループ. 生産量統計を基にした食品添加物の摂取量の推定 その1指定添加物品目(第7回最終報告)第12章 乳化剤. 平成16年度厚生労働科学研究費補助金(食品の安全性高度化推進事業). (2005).
- 57 JECFA. Summary of Evaluations Performed by the JECFA , Sodium Stearoyl-2-Lactylate. IPCS INCHEM. (2002).
http://www.inchem.org/documents/jecfa/jeceval/jec_1883.htm
- 58 Seventeenth Report of the JECFA. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives with a Review of General Principles and of Specifications. WHO Technical Report Series 539. (1973): 19-20, 23-24, 35-38.
- 59 Fifteenth Report of the JECFA. Evaluation of Food Additives Some Enzymes, Modified Starches and Certain Other Substances: Toxicological Evaluations and Specifications and A Review of the Technological Efficacy of Some Antioxidants. WHO Technical Report Series No.488. (1972):19, 22-24, 41.
- 60 Thirteenth Report of the JECFA. Specifications for the Identity and Purity of Food Additives and Their Toxicological Evaluation Some Food Colours, Emulsifiers, Stabilizers, Anticaking Agents, and Certain Other Substances. WHO Technical Report Series No.445 (1970): 13-17.
- 61 Commission of the EC. Report of the Scientific Committee for Food. Report of the SCF Seventh Series. (1978)
- 62 Commission Directive 96/77/EC. Laying Down Specific Purity Criteria on Food Additives Other than Colours and Sweeteners.

OJ L 339, 30.12. (1996): 1-3,101.

- 63 КОМАРОВА ЕН. Токсические свойства некоторых Добавок к пластическим массам, ЧДК 678.04 : 541.697.
- 64 Deichmann WB, Radomski JL, Macdonald WE, Kascht RL, Erdmann RL. The chronic toxicity of octadecylamine. *A.M.A. Arch. Ind. Health.* (1958) 18: 483-487.
- 65 Life sciences research office federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB), Evaluation of the health aspects of tallow, hydrogenated tallow, stearic acid, and calcium stearate as food ingredients, SCOGS-54, Contract No. FDA 223-75-2004, (1975).
- 66 Van Duuren BL, Katz C. Replication of low-level carcinogenic activity bioassays. *Cancer Res.* (1972) 32: 880-881.
- 67 Gottschewski GHM. Kann die tragersubstanz von wirkstoffen in dragees eine teratogene wirkung haben? (Can carriers of active ingredients in coated tablets have teratogenic effects?). *Arzneim. Forsch.* (1967) 17: 1100-1103.
- (和訳) Gottschewski GHM. コーティング錠に含まれる有効成分の担体は催奇性を示すか, Mac-Planck免疫研究所 Gottschewski研究グループ
- 68 ステアリン酸カルシウムに係る食品健康影響評価の結果の通知について. 食品安全委員会. 府食第795号. (2004)
<http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-calstearate-tuuchi-bunsyo.pdf>
<http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-calstearate-hyouka.pdf>
- 69 Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food. World Health Organization, International Program on Chemical Safety in Cooperation with the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Geneva, Environmental Health Criteria 70 (1987).

