

成分規格案の設定根拠 (ポリソルベート60)

成分規格(案)は、JECFA及びFCCの規格を中心に、EUの食品添加物規格、医薬品添加物規格(2003)、NF、EP(5.0)の規格を参考に設定した。

JECFAでは、ステアリン酸エステル、FCCはステアリン酸とパルミチン酸のエステルとしている。5試料を分析した結果、いずれの試料もステアリン酸とパルミチン酸を含み、パルミチン酸の比率が高い試料もあったことから、本規格の定義では、「主としてステアリン酸とパルミチン酸でエステル化し・・・」とした。

性状 JECFAでは「lemon to orange coloured oily liquid or semi-gel at 25°」、FCCでは「yellow to orange colored, oily liquid or semigel」、医薬品添加物規格では、「淡黄色～黄色で粘性の液、又は軟膏様の物質」としている。また、純度の高い脂肪酸を使用すると、ほぼ無色のものが得られる事実から、「無～だいたい色の油状の液体、又は半ゲル状の物質」という記載とした。

確認試験 「ポリソルベート20」と同様。

純度試験

- (1)けん化価 JECFAでは、けん化価は41～52であり、FCC、EU、NF及びEPでは45～55である。一方、医薬品添加物規格では43～53である。5ロットの実測値はすべて50を超えていることから、規格を45～55とした。
- (2)酸価 JECFA及びFCC等では、酸価は2.0(又は2)以下(NFは2.2以下)である。製品の試験結果からも問題が無いと思われたので、2.0以下とした。
- (3)水酸基価 日本の医薬品添加物規格では、規格化されていない。JECFAでは90～107であるが、その他の海外の規格値はすべて81～96であるためこの値を採用した。
- (4)鉛、(5)ヒ素、(6)酸化エチレン及びジオキサンの残留限度、水分、強熱残分、定量法については、ポリソルベート20と同様。

JECFA、FCC等では設定されているが、本規格では採用しなかった項目
ポリソルベート20と同様。

ポリソルベート60	規格案	JECFA	FCG	EU	医薬品添加物規格	NF	EP 5.0
性状	無~だいたい色の油状の液体, 又は半ゲル状の物質であり, わずかに特異なおいがある。	lemon to orange coloured, 油状の液体または半ゲル状(25°C). かすかに特有のおいがある。	yellow to orange colored, 油状の液体または半ゲル状の水, アルコール, 酢酸エチル, メタノール, ジオキサンに溶解, 鉱物油および植物油には不溶	lemon to orange coloured, 油状の液体または半ゲル状(25°C). かすかに特有のおいがある。	淡黄色~黄色で粘性の液, 又は軟膏のような物質で, わずかに特異なおいがある。メタノール, エタノール, アセトン, 又はクロロホルムに極めて溶けやすく, 石油エーテルにはほとんど溶けない。水に澄明又はわずかに混濁して溶ける。本品の水溶液(1~20)のpHは5.5~7.7である。	-	yellowish-brown, ゲル状の物質, 25°C以上になると液体となる。水, エタノール, 酢酸エチル, メタノールに溶けやすく, 植物油又は液体パラフィンに溶けにくい。
確認試験							
赤外吸収スペクトル	参照スペクトル	ポリオキシエチレン脂肪酸エステル特有の吸収が見られる。	-	ポリオキシエチレン脂肪酸エステル特有の吸収が見られる。	-	-	参照スペクトルとの比較
脂肪酸組成	ステアリン酸及びパルミチン酸	-	-	-	-	-	stearic acid 40~60%他
溶解性	設定しない	水, 酢酸エチル, アニリン, トルエンに溶解。鉱物油, 植物油に不溶	-	水, 酢酸エチル, トルエンに溶解。鉱物油, 植物油に不溶。	-	-	-
チオシアン酸アンモニウム・硝酸コバルトによる呈色反応	設定しない	青色を呈する	-	-	青色を呈する	-	青色を呈する (チオシアン酸カリウム・硝酸コバルトの呈色反応)
不飽和度(臭素試液)	設定しない	-	-	-	-	試液の赤色は消えない	-
脂肪酸の定性試験	設定しない	強い乳白光を発する	強い乳白光を発する	-	白色の固体を析出する	強い乳白光を発する	-
ゲル化	設定しない	ゲル状となる	ゲル状となる	-	ゲル状となる	ゲル状となる	-
脂肪酸(量, 酸価)	設定しない	約25g, - (ポリオール約77g)	21.5~26.0g, 200~212	-	-	-	-
純度試験等							
けん化価	45~55(2.0g, 香料試験法)	41~52	45~55	45~55	43~53	45~55	45~55
酸価	2.0以下	2以下	2以下	2以下	2以下	2.2	2.0以下
水酸基価	81~96	90~107	81~96	81~96	-	81~96	81~96
鉛	2.0 μg/g	2mg/kg	2mg/kg	5mg/kg	-	-	-
ヒ素	4.0 μg/g以下 (As ₂ O ₃ として)	-	-	3mg/kg以下	2ppm以下 (As ₂ O ₃ として)	-	-
遊離酸化エチレン	1.0 μg/g以下	-	-	0.2mg/kg以下	-	Organic volatile impurities	1ppm以下
ジオキサン	10 μg/g以下	10mg/kg以下	10mg/kg以下	5mg/kg以下	-	Organic volatile impurities	10ppm以下
水分	3.0%以下	3%以下	3.0%以下	3%以下	3.0%以下	3.0%以下	3.0%以下
強熱残分	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	-	0.15%以下(2g, 800°C, 30分)	0.25%以下(1~2g, 800°C, 恒量)	-
過酸化物質	設定しない	-	-	-	-	-	10.0以下
ヨウ素価	設定しない	-	-	-	5.0以下	-	-
粘度	設定しない	-	-	-	170~320mm ² /s	-	約400mPa·s(30°C)(性状)
比重	設定しない	-	-	-	d ₂₀ ⁴⁰ 1.040~1.100	-	約1.10(性状)
重金属	設定しない	-	-	10mg/kg以下	20ppm以下	0.001%以下	10ppm以下
カドミウム	設定しない	-	-	1mg/kg	-	-	-
水銀	設定しない	-	-	1mg/kg	-	-	-
エチレンジグリコール	設定しない	-	-	0.25%以下	-	-	0.25%
灰分	設定しない	-	-	-	-	-	0.25%以下(2g, 600°C, 恒量)
含量 (E.O.付加量%)	65.0~69.5	65.0~69.5	65.0~69.5	65%以上	-	-	-

ポリソルベート 65
Polysorbate 65
Polyoxyerhylene (20) sorbitan tristearate

[9005-71-4]

定 義 本品は、ソルビトール及び無水ソルビトールの水酸基の一部を主としてステアリン酸とパルミチン酸でエステル化し、酸化エチレン約 20 分子を縮合させたものである。

含 量 本品はオキシエチレン基 (-OCH₂CH₂=44.05) 46.0~50.0%を含む。

性 状 本品は白~黄褐色の固体で、わずかに特異なおいがある。

確認試験 (1) 本品を加温して溶かし、赤外吸収スペクトル測定法中の薄膜法により測定し、本品のスペクトルを参照スペクトルと比較するとき、同一波長のところに同様の強度の吸収を認める。

(2) 「ポリソルベート 20」の確認試験(2)を準用する。ただし、主としてステアリン酸メチル及びパルミチン酸メチルに対応するピークを認める。

純度試験 (1) 凝固点 29~33℃

(2) けん化価 88~98 (2.0g, 香料試験法)

(3) 酸価 2.0 以下 (香料試験法)

(4) 水酸基価 40~60 (油脂類試験法)

(5) 鉛 Pbとして 2.0 μg/g 以下 (5.0 g, 第1法)

(6) ヒ素 As₂O₃として 4.0 μg/g 以下 (0.50 g, 第3法, 装置 B)

(7) 酸化エチレン 1.0 μg/g 以下, ジオキサン 10 μg/g 以下

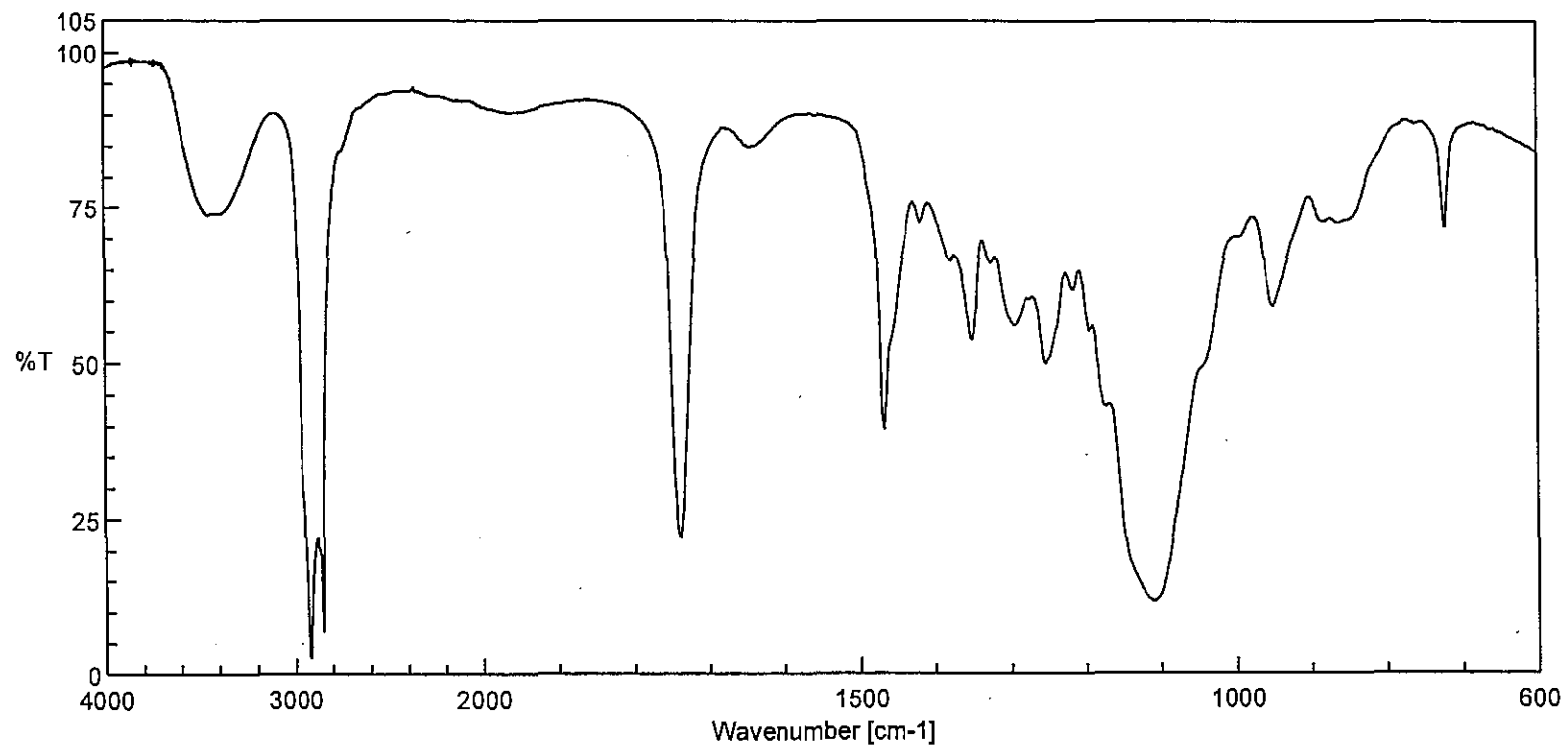
「ポリソルベート 20」の純度試験(6)を準用する。

水 分 3.0%以下 (1g, 逆滴定)

強熱残分 0.25%以下 (5g, 800℃, 15分)

定 量 法 試料約 0.09g を精密に量り、以下「ポリソルベート 20」の定量法を準用する。

ポリソルベート65



成分規格案の設定根拠 (ポリソルベート65)

成分規格(案)は、JECFA及びFCCの規格を中心に、EUの食品添加物規格、医薬品添加物規格(2003)の規格を参考に設定した。

JECFA規格ではステアリン酸エステル、FCCはステアリン酸とパルミチン酸のエステルとしている。試料を分析した結果、ステアリン酸とパルミチン酸を含んでいたことから、本規格の定義では、「主としてステアリン酸とパルミチン酸でエステル化し・・・」とした。

性状 JECFAでは「Tan coloured waxy solid at 25°」, FCCでは「tan, waxy solid」, 医薬品添加物規格では、「淡黄色～黄色で粘性の軟膏様又はろう様の物質」としている。また、純度の高い脂肪酸を使用すると、ほぼ無色のものが得られる事実から、「無～黄褐色の固体」という記載とした。

確認試験 「ポリソルベート20」と同様。

純度試験

- (1)凝固点 JECFAで凝固点の規定があり、採用した。
- (2)けん化価 JECFA, FCC, EUでは88～98であることから、規格を88～98とした。
- (3)酸価 JECFA及びFCC等では、酸価は2.0(又は2)以下である。製品の試験結果からも問題が無いと思われたので、2.0以下とした。
- (4)水酸基価 日本の医薬品添加物規格では、規格化されていない。FCCでは44～60であるが、JECFA及びEUでは40～60であることから、規格値は40～60とした。
- (5)鉛, (6)ヒ素, (7)酸化エチレン及びジオキサンの残留限度, 水分, 定量法については、ポリソルベート20と同様。

強熱残分 JECFAとFCCの規格値, 加熱条件は同じであるが、試料採取量については、JECFAでは2gであるのに対し、FCCでは5gと異なっている。他のポリソルベート類との整合性を考慮し、本規格は「0.25%以下(5g, 800℃, 15分)」とした。

JECFA, FCCでは設定されているが、本規格では採用しなかった項目

ポリソルベート20と同様。

ポリソルベート65	規格案	JECFA	FCC	EU	医薬品添加物規格	NF	EP
性状	本品は白～黄褐色の固体で、わずかに特異なおいがある。	tan coloured, ろう状固体(25°C). かすかに特異なおいがある。	tan, ろう状固体, 鉱物油, 植物油, ミネラルスプリット, アセトン, エーテル, メタノール, ジオキサンに溶け, 水とは分離する	tan coloured, ろう状固体(25°C). かすかに特異なおいがある。	淡黄色～黄色で粘性の軟膏よう又はろうようの物質で、わずかに特異なおいあり, 味はやや苦く, 温感がある. メタノール, エタノール, アセトン, 又はクロロホルムに溶けやすく, 水にはほとんど溶けない。	モノグラフなし	モノグラフなし
確認試験							
赤外吸収スペクトル	参照スペクトル	ポリオキシエチレン脂肪酸エステル特有の吸収が見られる。	-	ポリオキシエチレン脂肪酸エステル特有の吸収が見られる。	-	モノグラフなし	モノグラフなし
脂肪酸組成	ステアリン酸及びひハルミチン酸	-	-	-	-	モノグラフなし	モノグラフなし
溶解性	設定しない	鉱物油, 植物油, 石油エーテル, アセトン, ジエチルエーテル, ジオキサン, メタノール溶解, 水には分散する	-	鉱物油, 植物油, 石油エーテル, アセトン, エーテル, エタノール, メタノールに溶ける	-	モノグラフなし	モノグラフなし
チオシアン酸アンモニウム・硝酸コバルトによる呈色反応	設定しない	青色を呈する	-	-	青色を呈する	モノグラフなし	モノグラフなし
脂肪酸の定性試験	設定しない	強い乳発光を発する	強い乳発光を発する	-	白色の固体を析出する	モノグラフなし	モノグラフなし
脂肪酸(量, 酸価)	設定しない	約43g, - (ポリオール約56g)	42~44g, 200~212	-	-	モノグラフなし	モノグラフなし
純度試験等							
凝固点	29~33°C	29~33°C(確認試験)	-	29~33°C	-	モノグラフなし	モノグラフなし
けん化価	88~98	88~98	88~98	88~98	85~95	モノグラフなし	モノグラフなし
酸価	2.0以下	2以下	2以下	2以下	2以下	モノグラフなし	モノグラフなし
水酸基価	40~60	40~60	44~60	40~60	-	モノグラフなし	モノグラフなし
鉛	2.0 µg/g	2mg/kg	2mg/kg	5mg/kg	-	モノグラフなし	モノグラフなし
ヒ素	4.0 µg/g以下(As ₂ O ₃ として)	-	-	3mg/kg以下	2ppm以下(As ₂ O ₃ として)	モノグラフなし	モノグラフなし
遊離酸化エチレン	1.0 µg/g以下	-	-	0.2mg/kg以下	-	モノグラフなし	モノグラフなし
ジオキサン	10 µg/g以下	10mg/kg以下	10mg/kg以下	5mg/kg以下	-	モノグラフなし	モノグラフなし
水分	3.0%以下	3%以下	3.0%以下	3%以下	3.0%以下	モノグラフなし	モノグラフなし
強熱残分	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	0.25%以下(2g, 800°C, 15分)	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	-	0.25%以下(2g, 800°C, 30分)	モノグラフなし	モノグラフなし
粘度	設定しない	-	-	-	150~250mm ² /s	モノグラフなし	モノグラフなし
比重	設定しない	-	-	-	d ₂₀ ⁴⁰ 0.970~1.030	モノグラフなし	モノグラフなし
ヨウ素価	設定しない	-	-	-	5.0以下	モノグラフなし	モノグラフなし
重金属	設定しない	-	-	-	20ppm以下	モノグラフなし	モノグラフなし
カドミウム	設定しない	-	-	1mg/kg	-	モノグラフなし	モノグラフなし
水銀	設定しない	-	-	1mg/kg	-	モノグラフなし	モノグラフなし
エチレングリコール	設定しない	-	-	0.25%以下	-	モノグラフなし	モノグラフなし
含量 (E.O.付加量%)	46.0~50.0	46.0~50.0	48.0~50.0	48%以上	-	モノグラフなし	モノグラフなし

ポリソルベート 80
Polysorbate 80
Polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate

[9005-65-6]

定 義 本品は、ソルビトール及び無水ソルビトールの水酸基の一部を主としてオレイン酸でエステル化し、酸化エチレン約 20 分子を縮合させたものである。

含 量 本品は、オキシエチレン基 (-OCH₂CH₂=44.05) 65.0~69.5%を含む。

性 状 本品は無~だいたい黄色の油状の液体で、わずかに特異なにおいがある。

確認試験 (1) 本品を赤外吸収スペクトル測定法中の液膜法により測定し、本品のスペクトルを参照スペクトルと比較するとき、同一波長のところに同様の強度の吸収を認める。

(2) 「ポリソルベート 20」の確認試験(2)を準用する。ただし、主としてオレイン酸メチルに対応するピークを認める。

純度試験 (1) けん化価 45~55 (2.0g, 香料試験法)

(2) 酸価 2.0 以下 (香料試験法)

(3) 水酸基価 65~80 (油脂類試験法)

(4) 鉛 Pb として 2.0 μg/g 以下 (5.0 g, 第 1 法)

(5) ヒ素 As₂O₃として 4.0 μg/g 以下 (0.50 g, 第 3 法, 装置 B)

(6) 酸化エチレン 1.0 μg/g 以下, ジオキサン 10 μg/g 以下

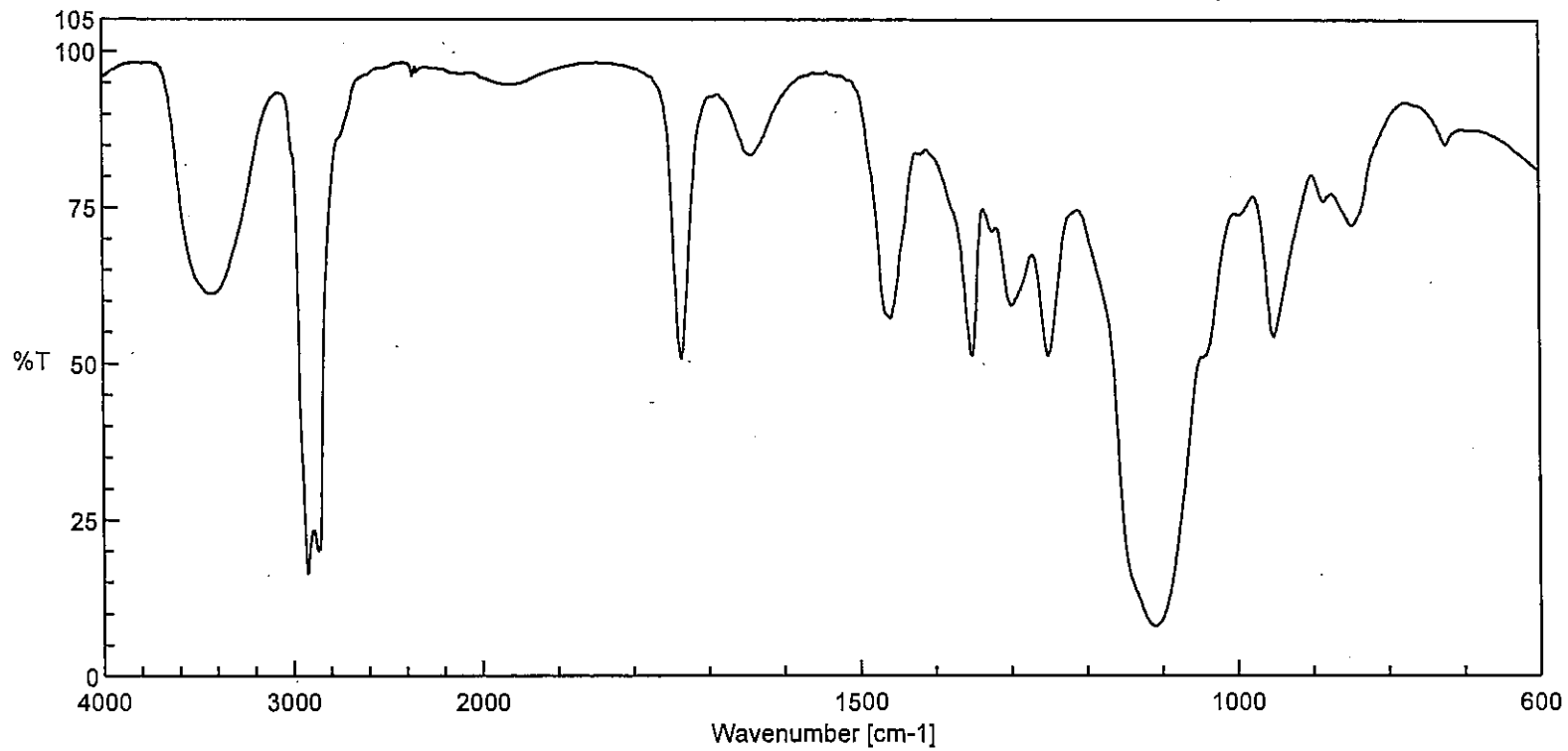
「ポリソルベート 20」の純度試験(6)を準用する。

水 分 3.0%以下 (1g, 逆滴定)

強熱残分 0.25%以下 (5g, 800℃, 15 分)

定 量 法 試料約 0.065g を精密に量り、以下「ポリソルベート 20」の定量法を準用する。

ポリソルベート80



成分規格案の設定根拠 (ポリソルベート80)

成分規格(案)は、JECFA及びFCCの規格を中心に、EUの食品添加物規格、第15改正日本薬局方、NF、EP(5.4)の規格を参考に設定した。

性状 JECFAでは「*lemon to amber coloured oily liquid at 25°*」、FCCでは「*yellow to orange colored, oily liquid*」、日本薬局方では、「無色～だいたい黄色の粘稠性のある液」としている。また、純度の高い脂肪酸を使用すると、ほぼ無色のものが得られる事実から、「無～だいたい黄色の油状の液体」という記載とした。

確認試験 「ポリソルベート20」と同様。

純度試験

- (1)けん化価 JECFA及びFCC等では、けん化価は45～55であることから、45～55とした。
- (2)酸価 JECFA及びFCC等では、酸価は2.0(又は2)以下(NFは2.2以下)である。製品の試験結果からも問題が無いと思われたので、2.0以下とした。
- (3)水酸基価 日本薬局方では、規格化されていないが、海外の規格値はすべて同じであり、そのまま採用した。
- (4)鉛については、ポリソルベート20と同様。
- (5)ヒ素 JECFA及びFCCでは、設定されていないが、日本薬局方では As_2O_3 として $2\mu g/g$ 、EUでは $3\mu g/g$ (As)であることから、規格値は As_2O_3 として $4.0\mu g/g$ とした。
- (6)酸化エチレン及びジオキサンの残留限度、水分、強熱残分、定量法については、ポリソルベート20と同様。

JECFA、FCCでは設定されているが、本規格では採用しなかった項目

ポリソルベート20と同様。

ポリソルベート80	規格案	JECFA	FCC	EU	第15改正日本薬局方	NF	EP 5.4
性状	本品は無～だいたい黄色の油状の液体で、わずかに特異なおいがある	lemon to amber coloured, 油状の液体(25°C)。かすかに特有のおいがある。	yellow to orange colored, 油状の液体。水によく溶け、ほとんど無色の液体となる。 アルコール、調製油、酢酸エチル、トルエンに溶け、鉱物油には不溶	lemon to amber coloured, 油状の液体(25°C)。かすかに特有のおいがある。	無色～だいたい黄色の粘稠性のある液で、わずかに特異なおいがあり、味はやや苦く、温感がある。 メタノール、エタノール、温エタノール、ピリジン、又はクロロホルムと混和する。水に溶けやすく、ジエチルエーテルに溶けにくい。本品の水溶液(1→20)のpHは、5.5～7.5	-	yellowish or brownish-yellow, 油状の液体、透明又は僅かに乳白光を発する液体。 水、無水エタノール、酢酸エチル、メタノールに溶けやすく、脂肪油又は液体パラフィンに溶けにくい。
確認試験							
赤外吸収スペクトル	参照スペクトル	ポリオキシエチレン脂肪酸エステル特有の吸収が見られる。	-	ポリオキシエチレン脂肪酸エステル特有の吸収が見られる。	-	-	参照スペクトルとの比較
脂肪酸組成	オレイン酸	-	-	-	-	-	oleic acid 58%以上他
溶解性	設定しない	水、エタノール、メタノール、酢酸エチル、トルエンに溶解。鉱物油、石油エーテルに不溶。	-	水、エタノール、メタノール、酢酸エチル、トルエンに溶解。鉱物油、石油エーテルに不溶。	-	-	-
チオシアン酸アンモニウム・硝酸コバルトによる呈色反応	設定しない	青色を呈する	-	-	青色を呈する	-	青色を呈する (チオシアン酸カリウム・硝酸コバルトの呈色反応)
不飽和度(臭素試液)	設定しない	試液の色は消失する	試液の色は消失する	-	試液の色は消失する	試液の色は消失する	-
脂肪酸の定性試験	設定しない	強い乳白光を発する。	強い乳白光を発する	-	白濁する	強い乳白光を発する	-
ゲル化	設定しない	ゲル状となる	ゲル状となる	-	ゲル状となる	ゲル状となる	-
脂肪酸(量, 酸価, ヨウ素価)	設定しない	約23g, - (ポリオール約75g)	22~24g, 193~206, -	-	-	-	-
純度試験等							
けん化価	45~55(2.0g, 香料試験法)	45~55	45~55	45~55	45~55	45~55	45~55
酸価	2.0以下(香料試験法)	2以下	2以下	2以下	2.0以下	2.2	2.0以下
水酸基価	65~80(油脂類試験法)	65~80	65~80	65~80	-	65~80	65~80
鉛	2.0 μg/g	2mg/kg以下	2mg/kg	5mg/kg	-	-	-
ヒ素	4.0 μg/g以下(As ₂ O ₃ として)	-	-	3mg/kg以下	2ppm以下(As ₂ O ₃ として)	-	-
遊離酸化エチレン	1.0 μg/g以下	-	-	0.2mg/kg以下	-	Organic volatile impurities	1ppm以下
ジオキサン	10 μg/g以下	-	10mg/kg以下	5mg/kg以下	-	Organic volatile impurities	10ppm以下
水分	3.0%以下	3%以下	3.0%以下	3%以下	3.0%以下	3.0%以下	3.0%以下
強熱残分	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	0.25%以下(5g, 800°C, 15分)	-	0.1%以下(2g, 600°C, 30分)	0.25%以下(1~2g, 800°C, 恒量)	-
過酸化物質	設定しない	-	-	-	-	-	10.0以下
ヨウ素価	設定しない	-	-	-	19~24	-	-
粘度	設定しない	-	-	-	345~445mm ² /s	300~500mm ² /s	約400mPa·s(25°C)(性状)
比重	設定しない	-	-	-	d ₂₀ ²⁰ 1.065~1.095	1.06~1.09	約1.10(性状)
重金属	設定しない	-	-	-	20ppm以下	0.001%以下	10ppm以下
カドミウム	設定しない	-	-	1mg/kg	-	-	-
水銀	設定しない	-	-	1mg/kg	-	-	-
エチレンジグリコール	設定しない	-	-	0.25%以下	-	-	-
灰分	設定しない	-	-	-	-	-	0.25%以下(2g, 600°C, 恒量)
含量 (E.O.付加量%)	65.0~69.5	65.0~69.5	65.0~69.5	65%以上	-	-	-

答申（案）

ポリソルベート 20、同 60、同 65、同 80 については、食品添加物として人の健康を損なうおそれはないことから、指定することは、差し支えない。

なお、指定に当たっては、以下のとおり使用基準及び成分規格を設定することが適当である。

使用基準

部会報告書 8. 新規指定について 3)使用基準（案）(p.11)に記載のとおり。

(参考)

食品	最大使用量 (ポリソルベート 80 として)
カプセル、錠剤等通常の食品形態でない食品	25g/kg
ココア及びチョコレート製品	5.0g/kg
ショートニング	
即席麺の添付調味料	
ソース類	
チューインガム	
乳脂肪代替食品	
アイスクリーム類	3.0g/kg
菓子の製造に用いる装飾品（糖を主成分とするものに限る。）	
加糖ヨーグルト	
ドレッシング	
マヨネーズ	
ミックスパウダー（焼菓子及び洋生菓子の製造に用いるものに限る。）	
焼菓子（洋菓みに限る。）	
洋生菓子	1.0g/kg
あめ類	

スープ	
フラワーペースト（ココア及びチョコレートを主要原料とし、これに砂糖、油脂、粉乳、卵、小麦粉等を加え、加熱殺菌してペースト状とし、パン又は菓子に充てん又は塗布して食用に供するものに限る。）	1.0g/kg
氷菓	
海藻の漬物	
チョコレートドリンク	0.50g/kg
野菜の漬物	
非熟成チーズ	0.080g/kg
海藻の缶詰及び瓶詰	0.030g/kg
野菜の缶詰及び瓶詰	
その他の食品	0.020g/kg

ただし、ポリソルベート 60、ポリソルベート 65 若しくはポリソルベート 80 の 1 種以上と併用する場合にあつては、それぞれの使用量の和がポリソルベート 80 として基準値以下でなければならない。また、低カロリー食品としての特別用途表示の許可又は承認を受けた場合は、この限りでない。

ポリソルベート 60、同 65 及び同 80 についても、同様の使用基準とする。

成分規格

部会報告書 別紙 2 (p.21)、5 (p.33)、8 (p.37)、11 (p.41)に記載のとおり。

(参考)

これまでの経緯

平成15年10月8日	厚生労働大臣から食品安全委員会委員長あてに添加物の指定に係る食品健康影響評価について依頼
平成15年10月16日	第15回食品安全委員会(依頼事項説明)
平成15年10月29日	第1回食品安全委員会添加物専門調査会
平成16年4月27日	第8回食品安全委員会添加物専門調査会
平成16年7月28日	第11回食品安全委員会添加物専門調査会
平成16年9月8日	第12回食品安全委員会添加物専門調査会
平成18年4月13日	第31回食品安全委員会添加物専門調査会
平成19年3月23日	第42回食品安全委員会添加物専門調査会
平成19年4月12日	第186回食品安全委員会(報告)
～平成19年5月11日	食品安全委員会における国民からの意見聴取
平成19年5月29日	第44回食品安全委員会添加物専門調査会
平成19年6月7日	第193回食品安全委員会(報告) 食品安全委員会より食品健康影響評価結果が通知
平成19年6月21日	薬事・食品衛生審議会へ諮問
平成19年7月4日	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会添加物部会
平成19年8月9日	薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会添加物部会

●薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会添加物部会

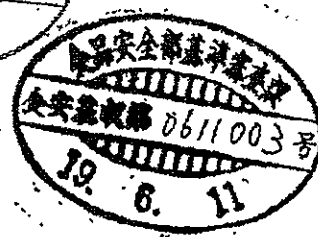
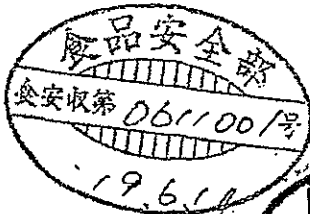
[委員]

石田 裕美	女子栄養大学教授
井手 速雄	東邦大学薬学部教授
井部 明広	東京都健康安全研究センター
北田 善三	畿央大学健康科学部教授
佐藤 恭子	国立医薬品食品衛生研究所食品添加物部第一室長
棚元 憲一	国立医薬品食品衛生研究所食品添加物部長
○ 長尾 美奈子	共立薬科大学客員教授
堀江 正一	埼玉県衛生研究所水・食品担当部長
米谷 民雄	国立医薬品食品衛生研究所食品部長
山内 明子	日本生活協同組合連合会組織推進本部・本部長
山川 隆	東京大学大学院農学生命科学研究科准教授
山添 康	東北大学大学院薬学研究科教授
吉池 信男	独立行政法人国立健康・栄養研究所研究企画評価主幹

(○：部会長)



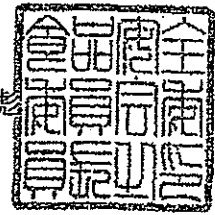
資料 1-1-3



府食第573号
平成19年6月7日

厚生労働大臣
柳澤 伯夫 殿

食品安全委員会
委員長 見上 彰



食品健康影響評価の結果の通知について

平成15年10月8日付け厚生労働省発食安第1008003号をもって貴省から当委員会に対して意見を求められたポリソルベート20、同60、同65及び同80に係る食品健康影響評価の結果は下記のとおりですので、食品安全基本法（平成15年法律第48号）第23条第2項の規定に基づき通知します。

なお、食品健康影響評価の詳細をまとめたものは別添のとおりです。

記

ポリソルベート20、同60、同65及び同80の一日摂取許容量をグループとして10 mg/kg 体重/日と設定する。

添加物評価書

ポリソルベート類

(ポリソルベート 20, 60, 65, 80)

2007年6月

食品安全委員会

目次

○ 審議の経緯.....	1
○ 食品安全委員会委員名簿.....	1
○ 食品安全委員会添加物専門調査会専門委員名簿.....	1
○ ポリソルベート 20、ポリソルベート 60、ポリソルベート 65 及びポリソルベ ート 80 を添加物として定めることに係る食品健康影響評価に関する審議結果.....	2
【要約】.....	2
1 はじめに.....	3
2 背景等.....	3
3 添加物指定の概要.....	3
4 名称等.....	3
① ポリソルベート 20.....	4
② ポリソルベート 60.....	4
③ ポリソルベート 80.....	4
④ ポリソルベート 65.....	5
5 安全性.....	5
(1) 体内動態（吸収、分布、代謝、排泄、分解）.....	5
(2) 毒性.....	6
①急性毒性.....	6
②反復投与毒性.....	6
③遺伝毒性.....	8
④発がん性.....	9
⑤その他の発がん性（既知発がん物質との複合投与）.....	10
⑥生殖発生毒性.....	11
⑦局所刺激性.....	12
⑧感作性.....	13
6 国際機関等における評価.....	14
(1) JECFA における評価.....	14
(2) 欧州食品科学委員会（SCF）における評価.....	14
(3) 米国食品医薬品庁（FDA）における評価.....	14
(4) 国際がん研究機関（IARC）における評価.....	14
7 一日摂取量の推計等.....	15
8 評価結果.....	15
【引用文献】.....	17
【ポリソルベート 20 安全性試験結果】.....	22
【ポリソルベート 60 安全性試験結果】.....	23
【ポリソルベート 65 安全性試験結果】.....	25
【ポリソルベート 80 安全性試験結果】.....	26

〈審議の経緯〉

平成15年10月8日

厚生労働大臣から添加物の指定に係る食品健康影響評価
について要請、関係書類の接受

平成15年10月16日

第15回食品安全委員会(要請事項説明)

平成15年10月29日

第1回添加物専門調査会

平成16年4月27日

第8回添加物専門調査会

平成16年7月28日

第11回添加物専門調査会

平成16年9月8日

第12回添加物専門調査会

平成18年4月13日

第31回添加物専門調査会

平成19年3月23日

第42回添加物専門調査会

平成19年4月12日

第186回食品安全委員会(報告)

平成19年4月12日から5月11日

国民からの意見・情報聴取

平成19年5月29日

第44回添加物専門調査会

平成19年6月5日

添加物専門調査会座長から食品安全委員会委員長へ報告

平成19年6月7日

第193回食品安全委員会(報告)

(同日付け厚生労働大臣に通知)

〈食品安全委員会委員〉

平成18年6月30日まで

寺田 雅昭 (委員長)

中村 靖彦

寺尾 允男 (委員長代理)

本間 清一

小泉 直子

見上 彪

坂本 元子

平成18年12月20日まで

寺田 雅昭 (委員長)

野村 一正

見上 彪 (委員長代理)

畑江 敬子

小泉 直子

本間 清一

長尾 拓

平成18年12月21日から

見上 彪 (委員長)

畑江 敬子

小泉 直子 (委員長代理*)

廣瀬 雅雄**

長尾 拓

本間 清一

野村 一正

*平成19年2月1日から

**平成19年4月1日から

〈食品安全委員会添加物専門調査会専門委員〉

平成15年9月25日から平成17年9月30日まで

福島 昭治 (座長)

大野 泰雄

山添 康 (座長代理)

西川 秋佳

井上 和秀

林 真

今井田 克己

三森 国敏

江馬 眞

吉池 信男

平成17年10月1日から

福島 昭治 (座長)

久保田 紀久枝

山添 康 (座長代理)

中島 恵美

石塚 真由美

西川 秋佳

井上 和秀

林 真

今井田 克己

三森 国敏

江馬 眞

吉池 信男

大野 泰雄

〈参考人(農薬専門調査会)〉

納屋 聖人

ポリソルベート 20、ポリソルベート 60、ポリソルベート 65
及びポリソルベート 80 を添加物として定めることに係る
食品健康影響評価に関する審議結果

【 要 約 】

乳化剤である「ポリソルベート 20」、「同 60」、「同 65」及び「同 80」（CAS 番号：9005-64-5、9005-67-8、9005-71-4、9005-65-6）について、各種試験成績等を用いて食品健康影響評価を実施した。評価に供した試験成績は、反復投与毒性、遺伝毒性、発がん性、生殖発生毒性等である。

今回評価を行った 4 物質間に、体内動態及び有害影響について本質的な相違はみられないことから、これらをグループとして評価した。

試験結果から、遺伝毒性、発がん性は認められなかった。反復投与毒性試験では、主な症状として下痢が認められた。

Brubaker らの 1 投与量によるラット神経発生毒性試験において、児動物の行動の変化が認められていることから、児の行動への影響を確認するための追加試験が行われ、7.5 vol%投与群で母体毒性が認められ、児動物に体重増加抑制及び条件回避反応試験で低回避率等が認められた。1%以下の投与群では母動物及び次世代 (F1) に対する影響は認められなかった。

ポリソルベート類に含有される不純物については、米国での推定摂取量及びそれに基づき算出した生涯リスクから、わが国の推定摂取量に基づく生涯リスクを導いたところ、一般に遺伝毒性発がん物質の無視しうるレベルとされている 100 万分の 1 のレベルを下回っており、そのリスクは極めて低いと考えられる。但し、リスク管理機関としては、引き続き、技術的に可能なレベルで低減化を図るよう留意すべきである。

以上のことから、ポリソルベート類の無毒性量 (NOAEL) は、ラットを用いたポリソルベート 60 の 13 週間混餌投与試験でみられた下痢を根拠に 2% (1,000 mg/kg 体重/日相当) となることから、安全係数を 100 とし、ポリソルベート類 (ポリソルベート 20、同 60、同 65 及び同 80) の一日摂取許容量 (ADI) をグループとして 10 mg/kg 体重/日と設定した。

1 はじめに

ポリソルベートは、ソルビタン脂肪酸エステル（非イオン性界面活性剤）にエチレンオキシドを反応させて作り出されたもので¹⁾、現在、米国、EUをはじめとする諸外国で、乳化、分散化、可溶化剤としてパン、ケーキミックス、サラダドレッシング、ショートニングオイル、チョコレート等に広く利用されている^{2), 3)}。

FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議（JECFA）では、1973年の第17回会合において、ポリソルベート20、同60、同65、同80のほか同40（今回の指定検討の対象外）はグループ化合物としてADI 0~25 mg/kg 体重/日が設定され⁴⁾、コーデックスにおいてポリソルベートの使用基準案が提案されている。

米国では、ポリソルベートは1960年代初頭より食品添加物として認可され、ポリソルベート60、同65及び同80について、使用対象食品、使用最高濃度、成分規格等が定められており、ポリソルベート20、同60及び同80は合成香料及び同助剤として使用できる⁴⁾。EUでは、食品添加物指令（1995年）で、ポリソルベート20、同40、同60、同65及び同80が認可され、使用基準が設定されている。

2 背景等

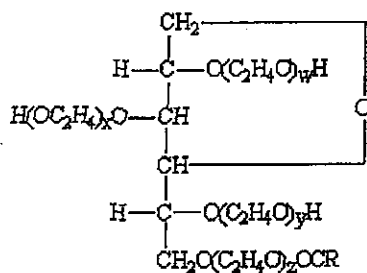
厚生労働省は、平成14年7月の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会での了承事項に従い、JECFAで国際的に安全性評価が終了し、一定の範囲内で安全性が確認されており、かつ、米国及びEU諸国等で使用が広く認められていて国際的に必要性が高いと考えられる食品添加物46品目について、指定に向けた検討を開始する方針を示しており、これに該当するポリソルベート20、ポリソルベート60、ポリソルベート65及びポリソルベート80（以下「ポリソルベート類」という）について、食品安全基本法に基づき食品健康影響評価が食品安全委員会に依頼されたものである（平成15年10月8日、関係書類を接受）。

3 添加物指定の概要

今般、ポリソルベート類について、ミルク又はクリーム代替品、ドレッシング等への使用に関する基準を定め、JECFAの規格等を参考に規格を定めた上で、新たに添加物として指定しようとするものである。

4 名称等

ポリソルベート類は親水性の乳化剤で、ポリソルベート類の中で同20は同60、同80に比べて親水性がより強く、同65は他に比べて親油性が相対的に強い。



RCO-は、ポリソルベート 20 では主としてラウリン酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO-}$ であり、他の脂肪酸も含む。ポリソルベート 60 では、主としてステアリン酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO-}$ であり、パルミチン酸を初め、他の脂肪酸を含む。ポリソルベート 80 では、主としてオレイン酸 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO-}$ であり、他の脂肪酸も含む。

図 1 ポリソルベート 20、60 及び 80 ($w+x+y+z = \text{約} 20$)

① ポリソルベート 20

英名 : Polyoxyethylene (20) Sorbitan Monolaurate、Polysorbate 20

別名 : モノラウリン酸ポリオキシエチレンソルビタン (Tween 20)

CAS 番号 : 9005-64-5

化学式等 : $w+x+y+z=20$ 、脂肪酸がラウリン酸として $\text{C}_{58}\text{H}_{114}\text{O}_{26}$

分子量 1227.72

ソルビトール及び無水ソルビトールの水酸基の一部を主としてラウリン酸でエステル化し、エチレンオキシド約 20 分子を縮合させたもの (脂肪酸が主としてラウリン酸でソルビタン 1 モルに対し 1 モル結合しているもの)。

オキシエチレン (OCH_2CH_2) 70.0~74.0%を含む。

② ポリソルベート 60

英名 : Polyoxyethylene (20) Sorbitan Monostearate、Polysorbate 60

別名 : モノステアリン酸ポリオキシエチレンソルビタン (Tween 60)

CAS 番号 : 9005-67-8

化学式等 : $w+x+y+z=20$ 、脂肪酸がステアリン酸として $\text{C}_{64}\text{H}_{126}\text{O}_{26}$

分子量 1311.90

ソルビトール及び無水ソルビトールの水酸基の一部を主としてステアリン酸でエステル化し、エチレンオキシド約 20 分子を縮合させたもの (脂肪酸が主としてステアリン酸でソルビタン 1 モルに対し 1 モル結合しているもの)。

オキシエチレン (OCH_2CH_2) 65.0~69.5%を含む。

③ ポリソルベート 80

英名 : Polyoxyethylene (20) Sorbitan Monooleate、Polysorbate 80

別名 : オレイン酸ポリオキシエチレンソルビタン (Tween 80)

CAS 番号 : 9005-65-6

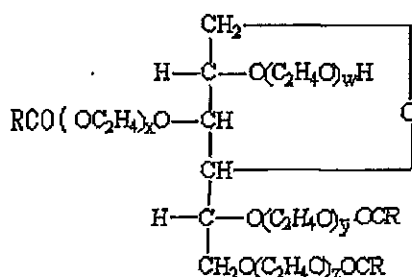
化学式等 : $w+x+y+z=20$ 、脂肪酸がオレイン酸として $\text{C}_{64}\text{H}_{124}\text{O}_{26}$

分子量 1309.68

ソルビトール及び無水ソルビトールの水酸基の一部を主としてオレイン酸でエ

ステル化し、エチレンオキシド約 20 分子を縮合させたもの（脂肪酸が主としてオレイン酸で、ソルビタン 1 モルに対し 1 モル結合しているもの）。

オキシエチレン (OCH₂CH₂) 65.0~69.5%を含む。



RCO-は主としてステアリン酸であり、パルミチン酸をはじめ、他の脂肪酸を含む。

図2 ポリソルベート 65
(w + x + y + z = 約 20)

④ ポリソルベート 65

英名 : Polyoxyethylene (20) Sorbitan Tristearate、Polysorbate 65

別名 : トリステアリン酸ポリオキシエチレンソルビタン (Tween 65)

CAS 番号 : 9005-71-4

化学式等 : w + x + y + z = 20、脂肪酸がステアリン酸として C₁₀₀H₁₉₄O₂₆

分子量 1842

ソルビトール及び無水ソルビトールの水酸基の一部を主としてステアリン酸でエステル化し、エチレンオキシド約 20 分子を縮合させたもの（脂肪酸が主としてステアリン酸でソルビタン 1 モルに対し 3 モル結合しているもの）。

オキシエチレン (OCH₂CH₂) 46.0~50.0%を含む。

5 安全性

(1) 体内動態 (吸収、分布、代謝、排泄、分解)

ラットへの経口投与では、消化管内で胆汁中リパーゼでポリソルベート類のエステル結合部位が加水分解され、遊離した脂肪酸は消化管より吸収された後、酸化され、主として呼気中に炭酸ガスとして排泄される。この動態は、通常脂肪酸代謝と同様と推察されている^{5), 6)}。ポリソルベート類の消化管内での加水分解率は、ポリソルベート 80 (100%)、同 60 (98%)、同 65 (84%) である⁷⁾。加水分解により生成した polyoxyethylene sorbitan 構造部分の消化管からの吸収は極めて低く、ポリソルベート 20 では約 87%が、同 80 では約 91%がそのまま糞中に排泄され、尿中にはそれぞれ 8.5%及び 2.1%が排泄される⁶⁾。Polyoxyethylene sorbitan 構造部分の胸腺リンパへの移行はみられていない⁸⁾。投与後 24 時間では、解離した脂肪部分と polyoxyethylene sorbitan 構造部分の体内への残留はともに極めて少ない⁹⁾。

脂肪酸 (ラウリル酸) を ¹⁴C で標識したポリソルベート 20 のラットへの経口投与後 24 時間の放射能分布は、呼気炭酸ガス (80%)、屍体 (12%)、糞及び消化管内容物 (4%)、尿 (2.5%)、肝 (1.2%) であり、polyoxyethylene 基を ¹⁴C で標識したポリソルベート 20 経口投与後 24 時間の放射能分布は、糞 (90%)、尿 (8%)

で、肝、屍体、呼気炭酸ガスでは検出されなかった^{5), 9)}。

ラットでは、ポリソルベートの体内動態に雌雄差は認められていない⁵⁾。

ヒトでのポリソルベート 20 の経口摂取では、投与物質の 90%以上は、糞中に polyoxyethylene sorbitan 構造を保持した代謝物として排泄され、それらの代謝物の尿中への排泄は 2~3%であった¹⁰⁾。

被験者に、カプセルでポリソルベート 40 (4.5 g/日又は 6 g/日、12 日間(54 g 又は 72 g)) 及びポリソルベート 20 (4.5 g/日、12 日間(54 g)) を投与し、投与後 6 日間尿及び糞への排泄を調べたところ、総回収率はそれぞれ 92.7~99.2%及び 96.2~102.2%で、尿には polyoxyethylene 構造保有量としてそれぞれ 2.3~3.1%及び 3.9~5.8%が、糞にはそれぞれ 90.2~96.6%及び 90.4~98.3%が排泄された¹⁰⁾。

(2) 毒性

①急性毒性

ポリソルベート類の単回経口投与による毒性は極めて低く、ポリソルベート 80 を 22 g/kg 体重投与したラットで異常症状の発現はなく、肝、腎の障害もなかった¹¹⁾。一方、ポリソルベートを静脈内あるいは腹腔内に投与した試験では、眼瞼下垂(マウス)、持続的な血圧低下(イヌ)、筋強直(ラット)、嘔吐(イヌ)などの症状が発現した^{11)~14)}。

ポリソルベート類の単回投与によるヒトへの影響について、約 4.4 g のポリソルベート 20 を 2 名の小児に経口摂取させたが、明確な有害影響はなく¹⁵⁾、5%ポリソルベート 20 溶液を 6 名に皮内注射したが局所への影響は生理的食塩水と同等であった¹⁶⁾。20 g のポリソルベート 60 を 6 名の患者に経口摂取させたところ、毒性症状はなく、胃酸の量の僅かな低下がみられた¹⁷⁾。

②反復投与毒性

幼若ラットへのポリソルベート 20 の 8 週間混餌投与 (3%及び 5%) では、両投与群に軽度な下痢と成長抑制がみられた¹⁸⁾。ハムスターへのポリソルベート 20 の 28~39 週間混餌投与 (5% (約 5,000 mg/kg 体重/日)) では、著明な下痢と体重増加抑制がみられた¹⁹⁾。マウスへのポリソルベート 20 の 22 ヶ月間混餌投与 (5%及び 10% (約 7.5 及び 15 g/kg 体重/日)) では 10%投与群に軽度の下痢がみられた²⁰⁾。1 日 1 g のポリソルベート 20 をサル 4 匹に 17 ヶ月間経口投与 (約 50 mg/kg 体重/日) したところ、有害影響はみられず、275 mg/kg 体重/日のポリソルベート 20 を 20 日間サル 4 匹に筋肉内、静脈内あるいは皮下注射したところ、肝及び腎に病理組織学的な変化はみられなかった¹⁶⁾。

雌雄ラットにポリソルベート 60 を 13 週間混餌投与 (1%、2%及び 5% (500、1,000 及び 2,500 mg/kg 体重/日相当)) したところ、5%投与群で下痢と盲腸の拡張、1%及び 2%投与群で盲腸の拡張がみられた²¹⁾。ラット (各群雌雄各 12 匹) にポリソルベート 60 を 2 年間混餌投与 (2、5、10 及び 25%) したところ、10%

及び25%投与群で著明な下痢、25%投与群でわずか (slight) ~ 中程度 (moderate)、10%投与群でより軽度の盲腸の拡張、25%投与群で肝臓に非常にわずかな疑わしい脂肪の変化がみられた²²⁾。5%ポリソルベート 60 添加飼料によるラットでの下痢の発現は他の実験でもみられており²³⁾、基礎飼料によって症状の発現が異なり、下痢はカゼイン食で起こり、大豆食では起こらないと報告されている²³⁾。ポリソルベート 60 による下痢の発現は飼料中の繊維量を増加させると抑制されたとの報告もある²⁴⁾。マウスへのポリソルベート 60 の3~12ヶ月間混餌投与試験 (2.5% (3.8 g/kg 体重/日)、5%及び10%) で有害影響はみられていない²⁵⁾。ハムスターへのポリソルベート 60 の12~13ヶ月間混餌投与 (1%及び5% (4 g/kg 体重/日)) で、慢性の下痢と脱水によると思われる腎変化 (間質性腎炎) と死亡率の増加がみられたが、1%投与群では有害影響はみられていない²⁵⁾。イヌではポリソルベート 60 の1年間混餌投与 (5%及び10%) で下痢などの有害影響はみられていない²⁵⁾。

ラットへのポリソルベート 65 の2年間混餌投与試験 (2% (約1 g/kg 体重/日)) で有害影響はなかった²⁶⁾。5%ポリソルベート 65 添加飼料2年間ラット多世代試験で成長と生存率に影響はなく、血液検査、尿検査及び肝と腎の組織検査でも異常はみられず、雄の12例中1例に軽度の下痢がみられた^{7), 27), 28)}。

ラットへのポリソルベート 80 の2年間混餌投与試験 (5%、10%及び20%) では10%投与群の雌で下痢がみられた^{7), 27), 28)}。雌雄 F344 ラットへのポリソルベート 80 の13週間混餌投与試験 (0.31%、0.62%、1.25%、2.5%及び5.0%) では、異常症状はみられず、諸器官に肉眼的及び組織学的な変化はみられなかった。同様の13週間試験が雌雄 B6C3F1 マウスについて実施されているが、異常はみられていない²⁹⁾。雌雄 F344 ラット及び B6C3F1 マウスへのポリソルベート 80 の2年間混餌投与試験 (2.5%及び5.0%) が実施されているが、両動物種ともに臨床症状、生存率及び成長について投与の影響はみられていない²⁹⁾。ラットに1%、2%及び3%のポリソルベート 80 溶液 1.5 ml の連日3ヶ月間強制経口投与で、心、肝、腎に変性病変がみられたと報告されている²⁹⁾が、同様の影響はNTPレポートを含む他の報告にはみられていない。

5人の成人に2gのポリソルベート20を含有した食事を1日3回1週間摂取 (約100 mg/kg 体重/日) させたが有害影響はみられていないとの報告があり³⁰⁾、13人の未熟児と2人の乳児に0.12~1.0gのポリソルベート20 (医薬品添加剤として使用) を1日4回投与 (未熟児: 250~2,000 mg/kg 体重/日) したところ有害影響はみられなかったとの報告がある³¹⁾。

34例の患者と10例の健常人の6gのポリソルベート60の28日間摂取で有害影響がみられなかったとの報告³²⁾があり、小児4名へのポリソルベート60の1日1g 13~34回経口投与³³⁾及び幼児9名への1日0.2gの5ヶ月間経口投与 (9名中3名には更に0.4gを1~2ヶ月経口投与)³⁴⁾で、有害影響がみられなかったとの報告もある。

男性 8 名及び女性 4 名（ボランティア）のポリソルベート 65 の 1 日 9 g (0.15 g/kg 体重/日に相当) 連日 13 日間経口摂取で、消化器障害の症状はみられていない³⁵⁾。

20 g/kg 体重/日のポリソルベート 80 の 2 日間摂取で生後 4 ヶ月の乳児に軽度の下痢がみられた³⁶⁾。健康ボランティア 12 例の 1 日量 9 g のポリソルベート 80 (0.15 g/kg 体重/日) の 13 日間摂取では消化管症状はみられなかった³⁷⁾。46 例の患者への 1 日量 4.5~6 g のポリソルベート 80 の 1~4 年間経口投与で、血液像、血圧、腎機能及び肝機能に影響がみられなかったとの報告もある³⁸⁾。

③遺伝毒性

ポリソルベート 20 については実験などの詳細な記載は入手できないが、変異原性は認められていないとする総説がある。

ポリソルベート 60 について、DNA 修復試験として、*Bacillus subtilis* を用いた rec-assay が行われており、Kada et al の報告³⁹⁾では復帰突然変異が陽性であるが、Kawachi et al⁴⁰⁾及び Morita et al⁴¹⁾の報告では陰性である。Ames 試験では、*S. typhimurium* TA98 及び TA100 の 2 菌株を用いた試験が 3 回行われており、S9mix の有無に関わらず、陰性であった^{40)~42)}。その他、染色体異常誘発性を含め多くの試験が実施されているが、すべて陰性であった⁴⁰⁾。

ポリソルベート 65 について、細菌 (TA98、TA100、TA1535、TA1537 及び *E. coli* WP2uvrA) を用いた復帰突然変異試験では、限界用量 5,000 µg/plate まで代謝活性化系の有無に関わらず陰性であった⁴³⁾。染色体異常誘発性に関し、チャイニーズハムスター細胞株 (CHL/TU) で、細胞毒性が認められる用量まで試験した結果、代謝活性化系非存在下の短時間処理群において、強い細胞毒性が認められた用量でのみ弱い構造異常の誘発が認められたが、代謝活性化系非存在下の長時間連続処理群及び代謝活性化系存在下の短時間処理群では構造異常の誘発は認められなかった。また、代謝活性化系非存在下の、短時間処理並びに長時間連続処理群において染色体の数的異常の弱い誘発が認められた。一方、代謝活性化系の存在下においては限界用量である 5,000 µg/mL まで検討した結果、統計学的な有意差は認められたものの、非存在下での陽性と比較してかなり弱まっていることが示された⁴⁴⁾。また、マウスを用いる小核試験において、限界用量である 2,000 mg/kg を 24 時間間隔で 2 回強制経口投与し、24 時間後に小核誘発性を検討したが、結果は陰性であった⁴⁵⁾。

ポリソルベート 80 について、DNA 損傷修復に関して *Bacillus subtilis* を用いた rec-assay は陰性であった⁴⁰⁾。また、*E. coli* を用いた rec-assay の結果は陰性であった⁴⁶⁾。*S. typhimurium* TA98、TA100、TA1535 及び TA1537 株を用いた復帰突然変異試験では、S9mix の有無に関わらず、すべて陰性であった^{40),41)}。ほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験に関しても代謝活性化系の存否に関わらず陰性であった^{40),47)}。また、げっ歯類を用いる小核試験が 2 試験実施されており、

いずれも陰性であった^{48), 49)}。ほ乳類の生殖細胞に対する影響をみる優性致死試験も行われており、結果は陰性であった⁵⁰⁾。

④発がん性

ポリソルベート 20 の発がん性をみた試験報告は少なく、経口投与試験は 1956 年の論文で、現在の発がん性試験の基準に準じた方法によるものではなく、動物数、投与期間等が評価を下すには必ずしも十分とは言えない。

ハムスター各 10 匹 (雄 6 匹、雌 4 匹) へのポリソルベート 20 の 9 週間混餌投与試験 (5%、10% 及び 15%) 並びにラット雄 10 匹への 25% 混餌 21 週間投与試験で、腫瘍の発生は認められていない⁵¹⁾。ハムスター 36 匹への 5% 混餌 68 日間投与及びラット 14 匹への 25% 混餌 59 日間投与で腫瘍の発生を認めていない⁵²⁾。マウスへの 0.18 mol 濃度での 1 日 1 回、週 6 日、30 日間及び 1 日 2 回、週 6 日、30 日間経皮投与、又は希釈溶液の 1 日 1 回、週 6 日、24 週間経皮投与試験では、いずれも腫瘍の発生は認められていない。一方、100% 溶液 (約 3 mg/kg 体重/日) の 1 日 1 回、週 6 日、52 週間経皮投与試験では、36 週目に 1 個の良性皮膚腫瘍の発生が認められている⁵³⁾。

ポリソルベート 60 についても、現在の発がん試験の基準を満たした試験は少ない。

各群雌 20 匹、雄 12 匹の Wistar ラットへのポリソルベート 60 の 2 年間混餌投与 (5%、10% 及び 20%)⁵⁴⁾ 及び Osborne-Mendel 系雌雄ラット各 24 匹へのポリソルベート 60 の 2 年間混餌投与試験 (2%、5%、10% 及び 25%)²²⁾ では、いずれの試験においてもがんの誘発は認められていない。1 群 12 匹の雄ハムスターへの 13 カ月間混餌投与 (1% 及び 5%)、1 群 10~12 匹の雌雄マウスへの 4 カ月間混餌投与試験 (2.5、5 及び 10%) 及びイヌ (ビーグル) への 1 年間混餌投与 (10%) においても発がん性は認められなかった²⁵⁾。ポリソルベート 60 原液を週 2 回あるいは 6 回マウス皮膚に塗布する試験では、30 週以上経過した動物の 40~50% に良性の皮膚腫瘍の発生を認めているが、投与を継続すると腫瘍の大部分は退縮した^{55)~57)}。

Wistar 系ラット雄 12 匹、雌 20 匹へのポリソルベート 65 の 2 年間混餌投与試験 (5%、10% 及び 20%) では発がん性は認められなかった⁵⁴⁾。

雌雄ラットへのポリソルベート 80 の 2 年間混餌投与発がん性試験 (5%、10% 及び 20%) では、対照群を含め雌ラットの乳腺に偶発腫瘍として線維腺腫の発生数のわずかな増加を認めたが、発がん性は認められなかった⁵⁴⁾。F344/N ラット雌雄各 50 匹へのポリソルベート 80 の 2 年間混餌投与発がん性試験 (25,000 及び 50,000 ppm) では、それぞれ約半数のラットが生存し、50,000 ppm 飼料雄群において副腎髄質褐色細胞腫の発生率が増えたが、Fisher exact test では有意なものではなく、他の器官の腫瘍発生には実験群と対照群の間に差はみられなかった。B6C3F1 マウス雌雄各 50 匹へのポリソルベート 80 の 2 年間混餌投与発がん

性試験 (25,000 及び 50,000 ppm) で、約 50~60%の動物が生存し、雌雄マウスの 50,000 ppm 群で前胃粘膜の過形成病変が有意の増加を示したが、発がん性は認められなかった²⁹⁾。また、G57BL マウスにポリソルベート 80 含有実験食により 100 mg/匹/日を 10 週間投与し、その後 8 週間基礎食を、その後市販飼料により 51 週まで飼育した実験では、腫瘍の発生を認めていない⁵⁸⁾。ポリソルベート 80 原液 80 mg のマウス 50 匹への週 6 回、52 週間皮膚塗布試験では、1 匹に良性皮膚腫瘍の発生をみた⁵³⁾。ラット 20 匹への 6%ポリソルベート 80 水溶液 2 ml の週 3 回 40 週間皮下注射試験で、11 匹に注射部位に線維肉腫が形成された⁵⁹⁾。シリアンハムスター 50 匹に 5%ポリソルベート 80 水溶液 0.2 ml を週 1 回生涯にわたり気管内注入した試験では腫瘍の発生を認めていない⁵⁹⁾。

⑤その他の発がん性(既知発がん物質との複合投与)

雄 Wistar ラットの飲水に 50 ppm の N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) と 0.4%のポリソルベート 20 (約 100 mg/kg 体重/日に相当) を加えて 26 週間経口摂取させた試験で、MNNG 単独投与と比較してラットの腺胃の腺がん発生頻度が高くなったほか、胃肉腫の発生を認めた⁶⁰⁾。ICR 及び Swiss マウスに 7,12-dimethylbenz[a]anthracene (DMBA) 0.125 mg 経皮投与後ポリソルベート 20 の 0.3~3%溶液 0.2 ml を反復皮膚塗布した試験では、弱い皮膚腫瘍発生増強作用が、DMBA 経皮投与後ポリソルベート 20 の原液を皮膚に 1 年間塗布する試験では、皮膚腫瘍を 5 匹に認めたが、DMBA 単独群では発生を認めなかった⁵³⁾。

雄 Wistar ラットに 0.4%ポリソルベート 60 及び MNNG 100 ppm を含む飲水を 36 週間自由に摂取させ、その後 63 週まで飼育する複合発がん試験では、MNNG 単独投与群に比べて腺胃の高分化腺がんの若干の発生増加と MNNG 単独群には認められなかった低分化腺がん及び腺がん肉腫を合併する例が認められ、発がんの増強と悪性度の亢進が認められた⁶¹⁾。また、雄 Wistar ラットに 50 ppm MNNG と 0.4%ポリソルベート 60 を含む水を 26 週間自由に摂取させ、その後 80 週まで水道水を与えた複合発がん性試験でも、腺胃に低分化腺がん 1/9 例を含む腺がんの発生増加と肉腫の発生を認めている⁶⁰⁾。

ポリソルベート 80 と既知の発がん物質の複合投与実験は多数報告があるが、その多くは皮膚腫瘍あるいは胃腫瘍の発がん促進作用をみることを主眼としたものである。

雄 C57BL マウスに 0.6 mg/匹/日の 3-methylcholanthrene (MC) と 100 mg のポリソルベート 80 を 10 週間投与後、引き続き 8 週間基礎飼料で飼育し、その後 51 週まで市販飼料で飼育する複合発がん試験では、肺腫瘍の発生は MC 単独投与群 44.4%、複合投与群では 74.1%であった。また、前胃の乳頭腫が 4.8%から 25.9%に、扁平上皮がんが 3.7%から 7.4%に増加したほか、発生総腫瘍数の増加と原発腫瘍の多発例の増加を認めている⁵⁸⁾。雄 Wistar ラットに 50 ppm MNNG とポリソルベート 80 を 0.4%含有する飲水を 26 週間自由摂水させ、その後 80 週まで水

道水を与える複合投与実験では、MNNG 単独投与群と比較して腺胃の腺がん発生率の増加、腺がんの悪性度の増強、胃肉腫の発生の何れも特に認められていない⁶⁰⁾。DMBA をマウス皮膚に塗布した後、ポリソルベート 80 を連続皮膚塗布すると、DMBA 単独投与の場合と比較して皮膚腫瘍の発生が増加したが、腫瘍の性質についての記載はない⁵⁹⁾。

発がん抑制の報告としては、ベンツピレン(B(a)P)とポリソルベート 80 をハムスターに経気管的に投与すると、B(a)P 単独投与では 24/50 匹に気道腫瘍が発生したのに対し、複合投与では 12/50 と減少した⁵⁹⁾。また、SJL/J 雄マウスは高率に細網肉腫の自然発生を示すが、ポリソルベート 80 を腹腔内投与するとその発生が約 1/2 に抑えられた。SJL/J マウスに週 1 回ポリソルベート 80 と抗がん剤 cyclophosphamide を注射することにより対照群で 85%に認められた自然発生細網肉腫を 0%に抑えた報告もある²⁹⁾。

⑥生殖発生毒性

1 群 24~25 匹の妊娠ラットにポリソルベート 20 を 6~15 日経口投与(500 及び 5,000 mg/kg 体重/日)したところ、5,000 mg/kg 体重/日投与群において体重増加抑制がみられた。両投与群とも子宮重量に変化はみられず、また、母動物あたりの黄体数、着床数及び着床前胚死亡率においても対照群との間に差は認められず、胎児の成長、発達に対照群との間に明らかな差はみられなかった⁶²⁾。

1 群 10~12 匹の雌ラットにポリソルベート 60 を妊娠 7~14 日混餌投与(0.1%、1%及び 10% (99、960 及び 7,693 mg/kg 体重/日))したところ、1%投与群で胚/胎児死亡率に統計学的に有意な増加が認められたが、0.1%及び 10%投与群では認められず、また各投与群において吸収胚数、死亡胎児数、生存胎児数、胎児の性差、胎児体重に差は認められず、胎児の形態異常に投与群と対照群との間に差はみられなかった⁶³⁾。1 群 22~26 匹の雌性 Wistar あるいは SD 系ラットに妊娠 1~19 日あるいは 7~15 日の期間ポリソルベート 60 を強制経口投与した試験(1 滴(約 150 mg/kg 体重/日))では、生存胎児数、胎児体重に影響は認められなかった⁶⁴⁾。妊娠 6~13 日のマウスへのポリソルベート 60 の強制経口投与試験(5.2 g/kg 体重/日)で、母動物の生存率、生存児数、新生児の出生時体重に影響はみられなかったが、出生後 3 日以降の新生児体重に増加抑制が認められた⁶⁵⁾。

1 群 12 匹の雄及び 20 匹の雌ラットにポリソルベート 65 を 3 世代混餌投与(5%、10%及び 20%、F0 世代では雌雄のラットに各濃度の飼料を 12 週間混餌投与した後交配)したところ、5% (約 2.5 g/kg 体重/日) 投与群で、受胎能、生存胎児数、出産率、新生児の生存率に 2 世代では影響はみられなかったが、3 世代では新生児の 4 日間生存数がわずかに減少した。10%及び 20%投与群ではすべての世代において新生児の 4 日間生存数はより顕著に減少し、観察者はこの結果を母動物の衰弱によるものと考察している。20%投与群で、親動物の死亡が増加し、全ての世代で新生児の 4 日間生存率とそれ以後の生存率が減少した。他のパラメーター