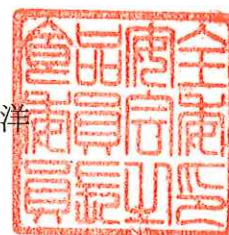




府食第532号
平成29年8月1日

厚生労働大臣
塩崎 恭久 殿

食品安全委員会
委員長 佐藤 洋



食品健康影響評価の結果の通知について

平成19年3月5日付け厚生労働省発食安第0305032号をもって厚生労働大臣から食品安全委員会に意見を求められたジシクラニル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は別添のとおりです。

記

ジシクラニルの一日摂取許容量を0.0071 mg/kg 体重/日とする。

別添

動物用医薬品評価書

ジシクラニル

2017年8月

食品安全委員会

目次

	頁
○審議の経緯.....	3
○食品安全委員会委員名簿.....	3
○食品安全委員会動物用医薬品専門調査会専門委員名簿.....	3
○食品安全委員会動物用医薬品専門調査会確認評価部会専門委員名簿.....	5
○第198回食品安全委員会動物用医薬品専門調査会専門参考人名簿.....	5
○第200回食品安全委員会動物用医薬品専門調査会専門参考人名簿.....	5
○要約.....	6
I. 評価対象動物用医薬品の概要.....	7
1. 用途.....	7
2. 有効成分の一般名.....	7
3. 化学名.....	7
4. 分子式.....	7
5. 分子量.....	7
6. 構造式.....	7
7. 使用目的及び使用状況.....	7
II. 安全性に係る知見の概要.....	8
1. 薬物動態試験.....	8
(1) 薬物動態試験（ラット）.....	8
(2) 薬物動態試験（羊）.....	9
2. 残留試験.....	12
(1) 残留試験（羊）.....	12
(2) 残留マーカールについて.....	17
3. 遺伝毒性試験.....	17
4. 急性毒性試験（ラット）.....	18
5. 亜急性毒性試験.....	18
(1) 28日間亜急性毒性試験（ラット）＜参考資料＞.....	18
(2) 90日間亜急性毒性試験（ラット）.....	19
(3) 90日間亜急性毒性試験（イヌ）.....	19
6. 慢性毒性及び発がん性試験.....	21
(1) 18か月間慢性毒性/発がん性併合試験（マウス）.....	21
(2) 24か月間慢性毒性/発がん性併合試験（ラット）.....	23
(3) 12か月間慢性毒性試験（イヌ）.....	24
7. 生殖発生毒性試験.....	25
(1) 2世代繁殖試験（ラット）.....	25
(2) 発生毒性試験（ラット）.....	26

(3) 発生毒性試験（ウサギ）	27
8. その他の毒性試験.....	27
(1) 皮膚刺激性試験（ウサギ）	27
(2) 眼刺激性試験（ウサギ）	27
(3) 皮膚感作性試験（モルモット）	27
(4) 安全性試験（羊）＜参考資料＞	28
(5) 免疫毒性（イヌ）	28
(6) 嗅上皮の色素沈着に関する検討を行った試験.....	28
(7) 肝細胞腫瘍のメカニズム検討.....	30
9. 一般薬理試験.....	29
10. ヒトにおける知見.....	29
III. 国際機関等の評価.....	32
(1) JECFA の評価	32
(2) EMA の評価.....	32
(3) 豪州政府の評価.....	32
IV. 食品健康影響評価について	33
・表 22 JECFA、EMEA、豪州政府及び食品安全委員会動物用医薬品専門調査会におけ る各種試験の無毒性量等の比較.....	34
・別紙 1：代謝物/分解物略称	36
・別紙 2：検査値等略称.....	36
・参照.....	38

<審議の経緯>

- 2005年 11月 29日 暫定基準告示（参照1）
2007年 3月 5日 厚生労働大臣から残留基準設定に係る食品健康影響評価について
要請（厚生労働省発食安第0305032号）
2007年 3月 6日 関係資料の接受
2007年 3月 8日 第181回食品安全委員会（要請事項説明）
2008年 7月 16日 第7回動物用医薬品専門調査会確認評価部会
2016年 10月 27日 第195回動物用医薬品専門調査会
2017年 1月 12日 第198回動物用医薬品専門調査会
2017年 3月 23日 第200回動物用医薬品専門調査会
2017年 6月 13日 第653回食品安全委員会（報告）
2017年 6月 14日から7月13日まで 国民からの意見・情報の募集
2017年 7月 26日 動物用医薬品専門調査会座長から食品安全委員会委員長へ報告
2017年 8月 1日 第660回食品安全委員会（報告）
（同日付で厚生労働大臣に通知）

<食品安全委員会委員名簿>

(2009年6月30日まで)	(2011年1月6日まで)	(2012年6月30日まで)
見上 彪 (委員長)	小泉 直子 (委員長)	小泉 直子 (委員長)
小泉 直子 (委員長代理*)	見上 彪 (委員長代理*)	熊谷 進 (委員長代理*)
長尾 拓	長尾 拓	長尾 拓
野村 一正	野村 一正	野村 一正
畑江 敬子	畑江 敬子	畑江 敬子
廣瀬 雅雄**	廣瀬 雅雄	廣瀬 雅雄
本間 清一	村田 容常	村田 容常
* : 2007年2月1日から	* : 2009年7月9日から	* : 2011年1月13日から
** : 2007年4月1日から		

(2015年6月30日まで)	(2017年1月6日まで)	(2017年1月7日から)
熊谷 進 (委員長)	佐藤 洋 (委員長)	佐藤 洋 (委員長)
佐藤 洋 (委員長代理)	山添 康 (委員長代理)	山添 康 (委員長代理)
山添 康 (委員長代理)	熊谷 進	吉田 緑
三森 国敏 (委員長代理)	吉田 緑	山本 茂貴
石井 克枝	石井 克枝	石井 克枝
上安平 浏子	堀口 逸子	堀口 逸子
村田 容常	村田 容常	村田 容常

<食品安全委員会動物用医薬品専門調査会専門委員名簿>

(2009年9月30日まで)

三森 国敏 (座長)	小川 久美子	戸塚 恭一
井上 松久 (座長代理)	下位 香代子	中村 政幸
青木 宙	津田 修治	能美 健彦
今井 俊夫	寺岡 宏樹	山崎 浩史
今田 由美子	寺本 昭二	吉田 緑
江馬 眞	頭金 正博	

(2010年3月31日まで)

三森 国敏 (座長)	天間 恭介	山口 成夫
寺本 昭二 (座長代理)	頭金 正博	山崎 浩史
石川 さと子	中村 政幸	山手 丈至
石川 整	能美 健彦	渡邊 敏明
小川 久美子	舞田 正志	
寺岡 宏樹	松尾 三郎	

(2011年9月30日まで)

三森 国敏 (座長)	天間 恭介	山口 成夫
寺本 昭二 (座長代理)	頭金 正博	山崎 浩史
石川 さと子	能美 健彦	山手 丈至
石川 整	福所 秋雄	渡邊 敏明
小川 久美子	舞田 正志	
寺岡 宏樹	松尾 三郎	

(2012年6月30日まで)

三森 国敏 (座長)	寺本 昭二	舞田 正志
山手 丈至 (座長代理)	天間 恭介	松尾 三郎
石川 さと子	頭金 正博	山口 成夫
石川 整	能美 健彦	山崎 浩史
小川 久美子	福所 秋雄	渡邊 敏明

(2013年9月30日まで)

山手 丈至 (座長*)	頭金 正博	山崎 浩史
小川 久美子 (座長代理*)	能美 健彦	吉田 敏則**
石川 さと子	福所 秋雄	渡邊 敏明
石川 整	舞田 正志	
寺本 昭二	松尾 三郎	
天間 恭介	山口 成夫	

* : 2012年8月22日から

** : 2012年10月1日から

(2015年9月30日まで)

山手 丈至 (座長)	川治 聡子	松尾 三郎
------------	-------	-------

小川 久美子 (座長代理)	須永 藤子	宮田 昌明
青木 博史	辻 尚利	山崎 浩史
青山 博昭	寺岡 宏樹	吉田 和生
石川 さと子	能美 健彦	吉田 敏則
石川 整	舞田 正志	渡邊 敏明

(2016年3月31日まで)

青山 博昭 (座長)	須永 藤子	山崎 浩史
小川 久美子 (座長代理)	辻 尚利	吉田 和生
青木 博史	寺岡 宏樹	吉田 敏則
石川 さと子	能美 健彦	渡邊 敏明
石塚 真由美	舞田 正志	
島田 章則	宮田 昌明	

(2016年4月1日から)

青山 博昭 (座長)	島田 美樹	宮田 昌明
小川 久美子 (座長代理)	須永 藤子	吉田 和生
青木 博史	辻 尚利	吉田 敏則
石川 さと子	寺岡 宏樹	渡邊 敏明
石塚 真由美	能美 健彦	
島田 章則	舞田 正志	

<食品安全委員会動物用医薬品専門調査会確認評価部会専門委員名簿>

(2009年9月30日まで)

三森 国敏 (座長)	津田 修治	能美 健彦
井上 松久 (座長代理)	寺本 昭二	
今井 俊夫	頭金 正博	

<第198回食品安全委員会動物用医薬品専門調査会専門参考人名簿>

本間 正充 (農薬専門調査会評価第二部会専門委員)
 森田 健 (農薬専門調査会評価第一部会専門委員)

<第200回食品安全委員会動物用医薬品専門調査会専門参考人名簿>

本間 正充 (農薬専門調査会評価第二部会専門委員)
 森田 健 (農薬専門調査会評価第一部会専門委員)

要 約

ピリミジン系の昆虫成長抑制剤である「ジシクラニル」(CAS No. 112636-83-6)について、各種評価書等(JECFA 評価書、EMEA 評価書、豪州政府提出資料等)を用いて食品健康影響評価を実施した。

評価に用いた試験成績等は、薬物動態(ラット及び羊)、残留(羊)、遺伝毒性、急性毒性(ラット)、亜急性毒性(ラット及びイヌ)、慢性毒性及び発がん性(マウス、ラット及びイヌ)、生殖発生毒性(ラット及びウサギ)等の試験成績である。

各種毒性試験の結果から、ジシクラニルの投与による影響は、主に体重増加抑制、Chol 上昇、肝臓への影響(肝細胞肥大、肝臓の絶対及び相対重量の増加)であった。

マウスを用いた 18 か月間慢性毒性/発がん性併合試験において、500 ppm 投与群の雌に発がん性が認められた。

各種遺伝毒性試験結果の証拠の重み付けを考慮すると、ジシクラニルの発がん性は直接的な遺伝毒性に基づくものではなく、閾値の設定は可能と判断した。

生殖発生毒性試験の結果から、親動物に体重増加抑制、胎児に骨化遅延等がみられたが、胎児への影響は親動物に影響がみられた用量以上でみられていた。催奇形性は認められなかった。

各種毒性試験の結果から、最も低い用量でみられた影響は、イヌを用いた 90 日間亜急性毒性試験における 100 ppm (雄で 2.7 mg/kg 体重/日、雌で 3.5 mg/kg 体重/日に相当)以上投与群でみられた Chol 及びリン脂質の増加であり、無毒性量(NOAEL)は 20 ppm (雄で 0.61 mg/kg 体重/日、雌で 0.71 mg/kg 体重/日に相当)であった。一方、より長期の試験であるイヌを用いた 12 か月間慢性毒性試験において、150 ppm (雄で 4.4 mg/kg 体重/日、雌で 5.1 mg/kg 体重/日に相当)以上投与群の雄にのみ Chol の増加がみられ、NOAEL は、25 ppm (雄で 0.71 mg/kg 体重/日に相当)であった。両試験において共通にみられた Chol の増加に対する NOAEL としては、より長期の試験で得られた NOAEL の方が適切であると考え、ジシクラニルの NOAEL を 0.71 mg/kg 体重/日とすることが適当であると判断した。

以上のことから、イヌを用いた 12 か月間慢性毒性試験の NOAEL 0.71 mg/kg 体重/日に安全係数 100 を適用し、一日摂取許容量(ADI)を 0.0071 mg/kg 体重/日と設定した。

I. 評価対象動物用医薬品の概要

1. 用途

昆虫成長抑制剤

2. 有効成分の一般名

和名：ジシクラニル

英名：Dicyclanil

3. 化学名

IUPAC

英名：4,6-diamino-2-cyclopropylaminopyrimidine-5-carbonitrile

CAS (No. 112636-83-6)

英名：4,6-diamino-2-cyclopropylaminopyrimidine-5-carbonitrile

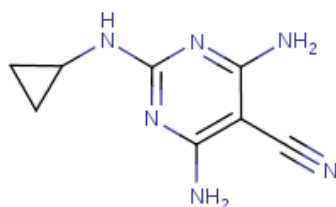
4. 分子式

$C_8H_{10}N_6$

5. 分子量

190.2

6. 構造式



(参照 2)

7. 使用目的及び使用状況

ジシクラニルは、1990 年代前半にチバガイギー社により開発されたピリミジン系の昆虫成長抑制剤であり、羊においてクロバエ (*Lucilia cuprina*) によるハエ蛆症や蛆の発生を防ぐために用いられる。

海外では、30～100 mg/kg 体重/シーズンの用量で 5 w/v%ポアオン¹製剤として使用される。(参照 3～6) 日本では、ジシクラニルを含有するヒト用及び動物用医薬品は承認されていない。

なお、ポジティブリスト制度導入に伴う残留基準値²が設定されている。(参照 1)

¹ pour-on：殺虫剤を全身に散布せず、少量を動物の背にかける技術。(参照 7)

² 平成 17 年厚生労働省告示第 499 号によって定められた残留基準値 (参照 1)

II. 安全性に係る知見の概要

本評価書では、JECFA 評価書 (2000 年)、EMEA 評価書 (1999 年及び 2000 年)、豪州政府提出資料 (1998 年) 等を基に、ジシクラニルの毒性に関する主な知見を整理した。(参照 3~6、8~10)

主要な薬物動態試験及び毒性試験は、純度が 94.3%のジシクラニル原体を用いて実施されている。(参照 3)

代謝物略称及び検査値等略称を別紙 1 及び 2 に示した。

1. 薬物動態試験

(1) 薬物動態試験 (ラット)

ラット (Tif:RAIf 系、雌雄各 3 匹/群、計 4 群) に、ピリミジン環の 2 位の炭素を ^{14}C で標識したもの (以下「[pyrimidine-2- ^{14}C]標識ジシクラニル」という。) を 0.5 mg/kg 体重/日 (以下本試験において「低用量投与群」という。) 又は 20 mg/kg 体重/日 (以下本試験において「高用量投与群」という。) 7 日間強制経口投与し、薬物動態試験が実施された。

① 吸収及び排泄

いずれの投与群でも雌雄及び投与量に関係なく、消化管からの吸収が 80~85%で、最終投与後 24 時間で投与量の 93~96%が排泄された (特に尿中が主で 79~83%、糞中が 6~12%)。その後の 24 時間で排泄されたのは僅か 2~3%であり、吸収されたジシクラニルの迅速な排泄が示された。(参照 3、8)

② 分布

低用量投与群の最終投与 24 時間後のジシクラニルの組織中放射活性濃度は、肝臓は 270 ng eq/g、血液は 170 ng eq/g、腎臓は 37 ng eq/g、その他の組織では 23 ng eq/g であり、筋肉及び消化管は合わせて 4 ng eq/g 以下であった。72 時間後の組織中濃度の減少は、血液を除き 24 時間後の値の 40~80%で、濃度の減少は非常に緩やかであった。血中放射活性は赤血球で検出された。組織中濃度は投与量に比例し、性差はなかった。(参照 3~5)

③ 代謝

尿、糞及び組織中の代謝物が TLC 及び HPLC により同定された。尿、糞及び組織中の代謝物パターンは 12 分画になり、基本的に投与量及び雌雄による違いはなかった。代謝物の中で総投与量の 48~54%を占める最大の分画は、尿中の代謝物の大半を占めており、*N*-(4,6-diamino-5-cyanopyrimidin-2-yl)-propionamide (MET-1U) と同定された。ジシクラニルも尿中にみられたが、総投与量の 2% (低用量投与群) 及び 7% (高用量投与群) であった。他の尿中代謝物は、2,4,6-triaminopyrimidine-5-carbonitrile (MET-4U) (9~10%)、3-(4,6-diamino-5-cyanopyrimidin-2-ylamino) propionic acid (MET-5U) (4~10%) 及び 2-(4,6-diamino-5-cyanopyrimidin-2-ylamino)-3-hydroxypropionic acid (MET-3U) (1~3%) であった。これらの代謝物は、糞中でも同定されたが、総投与量

の3%以下と著しく低い濃度であった。ジシクラニルも糞中にみられたが、約1%であった。肝臓及び腎臓では、これらの極性代謝物のほかにMET-4Uが最大の分画であり、ジシクラニル及び恐らくMET-1Uと考えられるものが少量みられた。筋肉及び脂肪では、定性的に同様ではあるが定量的に異なる代謝物パターンが認められ、非極性代謝物が多くみられた（特に脂肪で顕著）。（参照3～5）

低用量投与群の尿中では、投与量の約50%が α 炭素の酸化のカップリングにて2級プロピオン酸アミド（MET-1U）に変換された。他の経路は、シクロプロピル環の酸化的開環及びセリンへの酸化（MET-3U）、 β -アラニン誘導体への酸化（MET-5U）並びに脱シクロプロピルジシクラニルへの脱アルキル化（MET-4U）であり、それぞれ1、11及び11%であった。高用量投与群では、それぞれ3、9及び11%で、MET-1U及びジシクラニルはそれぞれ55及び7%であった。肝臓及び腎臓では、極性代謝物のほかにはMET-4Uが主要代謝物で、ジシクラニル及びMET-1Uが少量存在した。筋肉及び脂肪では、極性代謝物より非極性代謝物のほうを多く含んでいた。羊の代謝パターンは、基本的にラットと同じである。推定されるジシクラニル（MET-2U）の代謝経路を図1に示した。（参照8、9）

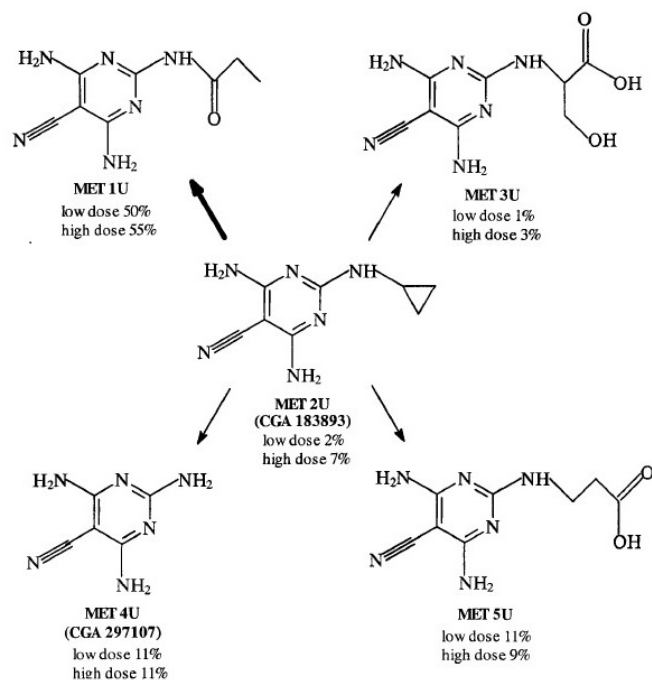


図1 推定されるジシクラニル（MET-2U）の代謝経路（参照8）

(2) 薬物動態試験（羊）

① 局所投与（噴霧投与及びポアオン投与）

- a. 羊（Oxford Down 種、雌雄各2頭/群、計16頭/4群）の背部、脇腹及び足先に [pyrimidine-2-¹⁴C] 標識ジシクラニル（乳剤）を単回局所（噴霧）投与（12.5～22.0 mg/kg 体重、2.5L）し、薬物動態試験が実施された。採血を投与0、0.5、1、2、4、6、12及び24時間後並びにその後7日後まで毎日行い、組織を投与1、3、7及び14日後に採

取した。

総投与量の約 37~59%が羊に残留し、残りは流出物として回収された。高濃度の放射活性が背部羊毛で検出され、長期間の残留が認められた。背中及び腹部羊毛中の平均濃度はそれぞれ 858~1,442 及び 62~132 $\mu\text{g eq/g}$ で、投与部位からの拡散を示した。投与後 168 時間の尿 (0.83%) 及び糞 (1.05%) 中への排泄量から、残留放射活性のうち皮膚からの吸収は約 2%であった。大部分の放射活性は羊毛中にみられた。

全血中 C_{\max} は 0.051 eq/g^3 、 T_{\max} は投与約 4~6 時間後であった。個体ごとの濃度は日々変動していた。その後、放射活性は急速に減少し、投与 48 時間後までに検出限界以下となった。組織中濃度は、投与 1 日後に概ね最大となり、肝臓及び皮下脂肪で高く、腎臓、大網及び腎周囲脂肪並びに筋肉ではより低かった。(参照 4、5、8、9)

上記試験 ([pyrimidine-2- ^{14}C]標識ジシクラニルを 1.25 g 分投与された群⁴) 由来の排泄物、羊毛及び組織のプール試料が TLC 及び HPLC により分析された。肝臓及び腎臓からの放射活性の抽出率は時間とともに減少したが、主要代謝物は MET-4U 並びに量的には少ないがジシクラニル及び MET-1U であった。肝臓及び腎臓の消失半減期 ($T_{1/2}$) は、それぞれ 1 日及び 1~3 日であった。筋肉及び脂肪中の主要代謝物は、ジシクラニル及び量的には少ないが MET-4U であり、筋肉中では MET-1U も主要代謝物であった。(参照 8、9)

尿中の代謝物パターンは 5 分画から成り、5 分画それぞれは体内にとどまった放射活性の 0.2%以下であった。5 分画の中に、ジシクラニル及び MET-4U が含まれていた。糞中の代謝物パターンは、ジシクラニルが大部分であった。高濃度の放射活性が羊毛に含まれ、時間が経過してもほとんど減少しなかった。(参照 4、5、8)

- b. 羊 (Greyface 種、雌雄各 2 頭/4 群、対照 1 頭、計 17 頭) の背骨の両側及び後肢裏に [pyrimidine-2- ^{14}C]標識ジシクラニル (乳剤) を等量ずつ、単回局所投与 (ポアオン) (33~43 mg/kg 体重) し、薬物動態試験が実施された。採血を投与 0、0.5、1、2、4、6、12 及び 24 時間後並びにその後 7 日後まで毎日行い、組織を投与 3、7、14 及び 21 日後に採取した。

投与部位の羊毛中の放射活性は 20,000 $\mu\text{g eq/g}$ で最も高く、経時的な減少はみられなかった。腹部羊毛 (200 $\mu\text{g eq/g}$) にみられるように他の部位への拡散が幾らかみられた。全血中 C_{\max} は 0.048 eq/g^5 、 T_{\max} は投与 12~48 時間後であった。個体ごとの放射活性濃度は日を追って変動したが、ジシクラニル及び代謝物の $T_{1/2}$ は約 9 日 (4 個体の平均) をピークに、放射活性の緩やかな減少を示した。尿及び糞中の排泄量から、7 日後の吸収量は投与量の 4%であった。肝臓、皮下脂肪及び後躯筋肉に高値の残

³ 参照 9 の原文には “0.051 equiv/g” と記載されており、単位が確認できないことから、原文のまま記載した。

⁴ 投与量について、上記の試験と合わないが、参照 9 の記述に従った。

⁵ 参照 9 の原文には “0.048 equiv/g” と記載されており、単位が確認できないことから、原文のまま記載した。

留がみられた。(参照 4、5、8、9)

上記試験 ([pyrimidine-2-¹⁴C]標識ジシクラニルを 1.5 g 分投与された群 6) 由来の排泄物、羊毛及び組織のプール試料が TLC により分析された。羊毛中の主要代謝物はジシクラニルであった。尿及び糞中の主要代謝物はジシクラニル (総投与量の 1% 以下) で、それぞれ総放射活性の 63~69%及び 72~85%が検出された。肝臓及び腎臓の主要代謝物は MET-4U で、その他に少量のジシクラニル及び MET-1U が検出された。筋肉及び脂肪では放射活性のほとんど全てが抽出され、両組織とも主要代謝物であるジシクラニルの他に微量の MET-4U が検出された。また、筋肉では MET-1U が検出された。(参照 8、9)

- c. 羊 (品種、雌雄及び頭数不明) に放射標識したジシクラニル (標識位置不明) を単回局所 (噴霧) 投与 (35 mg/kg 体重、投与部位不明) し、薬物動態試験が実施された。放射活性濃度の最高値は、投与 1 日後の肝臓及び皮下脂肪にみられ、筋肉、皮下脂肪、肝臓及び腎臓中の放射活性濃度は、それぞれ 39、234、289 及び 71 ng eq/g であった。投与 14 日後では、それぞれ 7、43、37 及び 10 ng eq/g に減少した。筋肉及び脂肪中の主要代謝物は、ジシクラニル並びに低濃度の MET-4U 及び MET-1U (筋肉) であった。筋肉及び脂肪からほぼ同じ速度で消失し、 $T_{1/2}$ は約 2~5 日であった。肝臓及び腎臓中の主要代謝物は、MET-4U であった。少量のジシクラニル及び MET-1U が存在した。さらに、腎臓には、総残留の 7~11%に相当する未同定代謝物が存在した。(参照 4、5)
- d. 羊 (品種、雌雄及び頭数不明) に放射標識したジシクラニル (標識位置不明) を単回局所投与 (ポアオン) (35 mg/kg 体重、投与部位不明) し、薬物動態試験が実施された。筋肉、脂肪、肝臓及び腎臓中の放射活性濃度は、投与 3 日後でそれぞれ 227、44~225、454 及び 78 ng eq/g であり、投与 21 日後には、それぞれ 33、14~71、454 及び 54 ng eq/g に減少した。筋肉及び脂肪中の代謝物は主としてジシクラニルであり、肝臓及び腎臓中ではジシクラニル及び MET-4U であった。血漿、全血、肝臓及び腎臓の $T_{1/2}$ は、それぞれ 8、9、13 及び 10 日であり、筋肉及び脂肪では 2~11 日の範囲内であった。(参照 4、5)
- e. 羊 (品種、雌雄及び頭数不明) に放射標識したジシクラニル (標識位置不明) を単回局所投与 (ポアオン) (100 mg/kg 体重、投与部位不明) し、薬物動態試験が実施された。筋肉、脂肪、肝臓及び腎臓中の放射活性濃度は、投与 7 日後で、それぞれ 2,955、431、2,646 及び 762 ng eq/g であり、投与 21 日後には、それぞれ 880、208、1,475 及び 230 ng eq/g に減少した。筋肉及び脂肪中の残留物は主にジシクラニル (85%以上) であり、肝臓及び腎臓中ではジシクラニル及び MET-4U であり、それぞれ投与 7 日後で総残留の 23%及び 43%、21 日後で 13%及び 24%であった。(参照 4、5)

⁶ 投与量について、上記の試験と合わないが、参照 9 の記述に従った。

② 静脈内投与

- a. 羊（メリノ種、雄1頭）にジシクラニルが頸静脈内投与（0.1 mg/kg 体重）された。投与5分後の血漿中ジシクラニル濃度は約100 ng/mLであった。代謝や血流からの流出がないと仮定した場合の期待値は1,000~2,000 ng/mLであった。採取した血液又は血漿を37°Cで3時間インキュベートしてもジシクラニルは安定であった。ジシクラニルの投与後48時間の尿への排泄は僅か1%、糞へは35%であった。（参照9）

③ 経口投与（胃内投与含む。）

- a. 羊（メリノ種、雄2頭）にジシクラニルが胃チューブで1日1回、5日間投与（0.5 mg/kg 体重）された。投与6時間後の血漿中ジシクラニル濃度は98~200 µg/gで、その後は急速に減少し、投与24時間後には5~38 µg/g以下となった。赤血球への選択的な結合性はみられなかった。（参照9）

- b. 羊（メリノ種、雄1頭）にジシクラニルを胃チューブで単回投与（10 mg/kg 体重）し、投与7日後に肝臓、腎臓、筋肉及び腎周囲脂肪を採取し、毎日糞を採取した。また、血液及び尿を採取した

ジシクラニルは筋肉、肝臓、腎臓又は腎周囲脂肪から検出されなかった。血漿及び尿中濃度は投与0.25~1日後にピーク（C_{max}）に達した後、急速に減少し、投与7日後にはそれぞれ0.005 µg/g以下及び0.03 µg/gとなった。尿、糞及び血漿中のT_{1/2}はいずれも約1~3日であった。（参照9）

2. 残留試験

(1) 残留試験（羊）

- ① 毛刈りしていない羊（品種及び雌雄不明、6頭）にジシクラニルを99 mg/kg 体重（最大治療量）又は199 mg/kg 体重（最大治療量の2倍）の用量で局所投与（ポアオン）し、組織中のジシクラニル及びMET-4U濃度が測定された。

99 mg/kg 体重投与群では、種々の可食組織で非常に低い濃度のジシクラニルが検出され、MET-4Uは特に腎臓に残留していた。また、筋肉及び肝臓でも僅かに高く存在していた。MET-4Uの最高濃度が投与14日後に腎臓で検出され（110 ng/g）、28日後には40 ng/gに減少した。199 mg/kg 体重投与群では、投与7日後まで低濃度（約20 ng/g）のジシクラニルが脂肪及び腎臓から検出された。筋肉及び肝臓では、投与28日後まで検出された（30 ng/g）。相当濃度のMET-4Uが、投与28日後の筋肉（20 ng/g）、肝臓（90 ng/g）及び腎臓（80 ng/g）に存在していた。（参照4、5）

- ② 毛刈り1日後及び6週後の羊（メリノ種、雌雄2頭/群）の背部にジシクラニルを単回局所投与（ポアオン）（100又は200 mg/kg 体重）し、投与7、14、21、28及び56日後の組織中のジシクラニル及びMET-4U濃度が測定された。ジシクラニル及びMET-4Uの定量下限は、いずれも0.01 mg/kgであった。

組織中のジシクラニル及びMET-4Uの最大残留値を表1に、平均濃度を表2に示

した。(参照 4、5、8、9)

表 1 羊におけるジシクラニル単回局所投与（ポアオン）後の組織中のジシクラニル及びMET-4U 最大残留値（ $\mu\text{g/g}$ ）

投与時期	試料	100 mg/kg 体重		200 mg/kg 体重	
		ジシクラニル	MET-4U	ジシクラニル	MET-4U
毛刈り 1 日後	肝臓	1.13 (7)	0.36 (7)	1.83 (7)	0.60 (7)
	腎臓	0.97 (7)	0.50 (7)	1.58 (7)	0.63 (7)
	筋肉	0.76 (7)	0.19 (7)	1.18 (7)	0.56 (7)
	皮下脂肪	0.28 (14)	0.06 (7)	3.29 (14)	0.07 (7)
	腎周囲脂肪	0.13 (7)	0.03 (14)	0.20 (7)	0.06 (7)
毛刈り 6 週後	肝臓	0.45 (14)	0.24 (14)	1.38 (7)	0.61 (14)
	腎臓	0.36 (14)	0.30 (7)	1.22 (7)	0.98 (14)
	筋肉	0.32 (14)	0.13 (7)	0.95 (7)	0.44 (14)
	皮下脂肪	0.62 (14)	0.02 (28)	3.86 (14)	0.08 (14)
	腎周囲脂肪	0.08 (14)	0.01 (14、21)	0.14 (21)	0.07 (14)

() 内は最大残留値がみられた時点（投与後日数）

表 2 羊におけるジシクラニル単回局所投与（ポアオン）後の組織中のジシクラニル及びMET-4U 平均濃度（ $\mu\text{g/g}$ ）

投与量	投与時期	試料 (n=4)	分析対象	投与後日数				
				7	14	21	28	56
100 mg/kg 体重	毛刈り 1 日後	肝臓	ジシクラニル	0.42	0.12	0.04	<0.02	0.08
			MET-4U	0.24	0.14	0.11	0.08	0.06
		腎臓	ジシクラニル	0.35	0.08	<0.02	<0.01	<0.04
			MET-4U	0.39	0.34	0.11	0.10	0.06
		筋肉	ジシクラニル	0.32	0.12	0.03	<0.02	<0.05
			MET-4U	0.12	0.07	0.04	0.02	<0.03
		皮下脂肪	ジシクラニル	0.08	0.10	<0.01	<0.01	<0.04
	MET-4U		0.03	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	
	腎周囲脂肪	ジシクラニル	0.04	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	
		MET-4U	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	毛刈り 6 週後	肝臓	ジシクラニル	0.24	0.18	0.07	0.05	0.02
			MET-4U	0.15	0.15	0.09	0.08	<0.03
		腎臓	ジシクラニル	0.20	0.14	<0.05	<0.04	<0.02
			MET-4U	0.23	0.16	0.13	0.08	0.05
筋肉		ジシクラニル	0.18	0.13	0.05	<0.05	0.02	
		MET-4U	0.10	0.07	0.04	0.03	0.01	
皮下脂肪		ジシクラニル	0.04	0.21	0.03	0.12	<0.01	
	MET-4U	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
腎周囲脂肪	ジシクラニル	<0.02	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01		
	MET-4U	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
200 mg/kg	毛刈り 1 日後	肝臓	ジシクラニル	1.21	0.46	0.32	0.22	<0.02
			MET-4U	0.49	0.23	0.37	0.18	0.08

体重	毛刈り 6 週後	腎臓	ジシクラニル	0.94	0.33	0.22	0.18	<0.02
			MET-4U	0.41	0.24	0.34	0.26	0.07
		筋肉	ジシクラニル	0.80	0.34	0.20	0.14	<0.02
			MET-4U	0.48	0.11	0.12	0.10	0.03
		皮下脂肪	ジシクラニル	0.24	0.89	0.05	<0.04	<0.02
			MET-4U	0.05	0.03	0.03	<0.02	<0.01
		腎周囲脂肪	ジシクラニル	0.16	0.06	0.03	<0.03	<0.01
			MET-4U	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
		肝臓	ジシクラニル	0.81	0.59	0.39	0.22	0.20
			MET-4U	0.44	0.37	0.28	0.20	0.09
		腎臓	ジシクラニル	0.73	0.43	0.33	0.16	0.13
			MET-4U	0.46	0.48	0.30	0.14	0.13
		筋肉	ジシクラニル	0.58	0.40	0.24	0.18	0.10
			MET-4U	0.25	0.20	0.08	0.08	0.03
皮下脂肪	ジシクラニル	0.20	1.46	0.08	<0.03	<0.03		
	MET-4U	0.03	0.04	0.02	<0.01	<0.01		
腎周囲脂肪	ジシクラニル	0.08	0.09	0.05	<0.03	<0.02		
	MET-4U	<0.01	<0.03	<0.01	<0.01	<0.02		

③ 毛刈り 6 週後の羊（メリノ種及び交雑種、雌雄不明、6 頭/群）の背部にジシクラニルを局所投与（100 mg/kg 体重）し、投与 11、28 及び 35 日後の組織中のジシクラニル及び MET-4U 濃度が測定された。

組織中のジシクラニル及び MET-4U の最大残留値を表 3 に、平均濃度を表 4 に示した。各品種における最大残留値は全て投与 11 日後以内にみられた。ジシクラニル及び MET-4U の最大残留値及び平均濃度は、メリノ種のほうが交雑種より高かった。（参照 4、5、8）

表 3 羊におけるジシクラニル局所投与後の組織中のジシクラニル及び MET-4U 最大残留値 (µg/g)

試料	メリノ種		交雑種	
	ジシクラニル	MET-4U	ジシクラニル	MET-4U
肝臓	0.11	0.10	0.07	0.11
腎臓	0.14	0.28	0.06	0.11
筋肉	0.10	0.09	0.04	0.05
腎周囲脂肪	0.03	0.02	0.03	0.02

表 4 羊におけるジシクラニル局所投与後の組織中のジシクラニル及び MET-4U 平均濃度 (µg/g)

品種	試料 (n=6)	分析対象	投与後日数		
			11	28	35
メリノ種	肝臓	ジシクラニル	0.04	0.01	<0.01
		MET-4U	0.07	0.04	0.03
	腎臓	ジシクラニル	0.04	<0.01	0.01

		MET-4U	0.19	0.06	0.07
	筋肉	ジシクラニル	0.03	<0.01	<0.01
		MET-4U	0.06	0.02	0.01
	腎周囲脂肪	ジシクラニル	0.01	0.01	<0.01
		MET-4U	0.01	<0.01	<0.01
交雑種	肝臓	ジシクラニル	0.02	<0.01	<0.01
		MET-4U	0.07	0.03	0.03
	腎臓	ジシクラニル	0.02	<0.01	0.01
		MET-4U	0.08	0.03	0.04
	筋肉	ジシクラニル	0.01	<0.01	<0.01
		MET-4U	0.03	<0.01	<0.01
	腎周囲脂肪	ジシクラニル	0.01	0.01	<0.01
		MET-4U	<0.01	<0.01	<0.01

- ④ 毛刈り 1 日後の羊（雌雄不明、4 頭/群）の背部にジシクラニルを、メリノ種の成羊には 50 mg/kg 体重で、交雑種の子羊には 100 mg/kg 体重で局所投与（噴霧）し、投与 7、28、56 及び 84 日後並びに 4 か月後の組織中のジシクラニル及び MET-4U 濃度が測定された。

組織中のジシクラニル及び MET-4U の最大残留値を表 5 に示した。ジシクラニル及び MET-4U の残留量は比較的 low、多くの動物では定量できなかった（0.01 µg/g 以下）。脂肪ではジシクラニルが、筋肉、肝臓及び腎臓では MET-4U が主体であった。

メリノ種成羊では、総残留物（ジシクラニル+MET-4U）としては投与 56 日後の肝臓、腎臓及び筋肉に、それぞれ 0.09、0.10 及び 0.06 µg/g が認められた。投与 4 か月後では、痕跡量が内臓（肝臓及び腎臓）にみられたが、カーカス⁷（筋肉及び脂肪）では定量できなかった。

交雑種子羊では、痕跡量の MET-4U が 4 か月後の腎臓にみられたが、他の臓器には定量できる程度の残留物はなかった。（参照 4、5、8、9）

表 5 羊におけるジシクラニル局所（噴霧）投与後の組織中のジシクラニル及び MET-4U 最大残留値（µg/g）

投与動物	メリノ種成羊		交雑種子羊	
	50 mg/kg 体重		100 mg/kg 体重	
試料	ジシクラニル	MET-4U	ジシクラニル	MET-4U
肝臓	0.03 (56)	0.05 (56)	<0.01	0.03 (28)
腎臓	0.03 (56)	0.06 (28、56)	0.02 (28)	0.04 (7)
筋肉	0.02 (56)	0.03 (56)	<0.01	0.01 (7)
皮下脂肪	0.09 (7)	<0.01	0.13 (7)	0.04 (7)
腎周囲脂肪	<0.01	<0.01	0.03 (28)	0.01 (7)

() 内は最大残留値がみられた時点（投与後日数）

⁷ 臓器を取り除いた残渣

- ⑤ 投与 1 日前又は 7 週間前に毛刈りされた羊 (White Alp 種、雌雄不明、6 頭/時点) にジシクラニルを局所投与 (ポアオン) (100 mg/kg 体重) し、投与 7、14、21 及び 35 日後の組織中のジシクラニル及び MET-4U 濃度が HPLC により測定された (定量限界 0.01 µg/g)。

組織中のジシクラニル及び MET-4U 濃度を表 6 に示した。肝臓及び腎臓では MET-4U が、脂肪ではジシクラニルが主体であった。筋肉では、ジシクラニル及び MET-4U が同量存在していた。脂肪での残留値は、採取部位で相当変動した。腎周囲脂肪及び投与部位の皮下脂肪の平均濃度は、相当程度低かった。3 か所の異なる筋肉部位から採取されたが、平均濃度は大差なかった。(参照 6、8、10)

表 6 羊におけるジシクラニル単回局所投与 (ポアオン) 後の組織中のジシクラニル及び MET-4U 平均濃度 (µg/g)

投与時期	試料 (n=6)	分析対象	投与後日数				
			7	14	21	35	
毛刈り 1 日後	肝臓	ジシクラニル	0.13	0.04	0.03	LOQ	
		MET-4U	0.25	0.10	0.07	0.03	
	腎臓	ジシクラニル	0.08	0.02	0.02	LOQ	
		MET-4U	0.18	0.07	0.06	0.02	
	筋肉	前肢	ジシクラニル	0.09	0.03	0.02	LOQ
			MET-4U	0.07	0.04	0.03	LOQ
		後肢	ジシクラニル	0.08	0.03	0.02	LOQ
			MET-4U	0.07	0.03	0.08	LOQ
		腰部	ジシクラニル	0.09	0.03	0.02	LOQ
			MET-4U	0.07	0.04	0.03	LOQ
	脂肪	大網	ジシクラニル	0.39	0.19	0.13	0.06
			MET-4U	LOQ	0.01	LOQ	LOQ
		投与部位皮下	ジシクラニル	0.04	0.02	0.01	LOQ
			MET-4U	0.02	LOQ	LOQ	LOQ
		投与部位遠位皮下	ジシクラニル	0.36	0.22	0.16	0.05
			MET-4U	0.02	LOQ	LOQ	LOQ
		腎周囲	ジシクラニル	0.04	0.02	0.03	LOQ
			MET-4U	0.02	LOQ	LOQ	LOQ
毛刈り 7 週間後	肝臓	ジシクラニル	0.13	0.03	0.02	LOQ	
		MET-4U	0.24	0.09	0.06	0.03	
	腎臓	ジシクラニル	0.08	0.01	0.01	LOQ	
		MET-4U	0.02	0.05	0.06	0.03	
	筋肉	前肢	ジシクラニル	0.09	0.01	LOQ	LOQ
			MET-4U	0.08	0.03	0.02	LOQ
		後肢	ジシクラニル	0.08	0.01	LOQ	LOQ
			MET-4U	LOQ	0.03	0.02	0.01
		腰部	ジシクラニル	0.09	0.01	LOQ	LOQ
			MET-4U	0.08	0.03	0.02	0.01
	脂	大網	ジシクラニル	0.37	0.28	0.13	0.07

肪		MET-4U	0.02	LOQ	LOQ	LOQ
	投与部位皮下	ジシクラニル	0.03	LOQ	0.01	LOQ
		MET-4U	0.01	LOQ	LOQ	LOQ
	投与部位遠位皮下	ジシクラニル	0.25	0.30	0.09	0.07
		MET-4U	0.02	LOQ	LOQ	LOQ
	腎周囲	ジシクラニル	0.03	0.02	LOQ	LOQ
		MET-4U	0.02	LOQ	LOQ	LOQ

LOQ : 定量限界 (0.01 µg/g) 未満

(2) 残留マーカについて

JECFA は、筋肉及び脂肪の主要な残留物がジシクラニルであることから、ジシクラニルを残留マーカとしている。(参照 18)

一方、EMEA は、[II.1.(2)①e.]の試験から、ジシクラニル及び MET-4U が各組織の主要な残留物であったことから、ジシクラニル及び MET-4U の和を残留マーカとしている。局所投与 21 日後の残留マーカの占める割合は、筋肉及び脂肪で 100%、肝臓で 15%、腎臓では 25%としている。(参照 4、5、6)

3. 遺伝毒性試験

ジシクラニルの遺伝毒性に関する各種試験結果を表 7 及び表 8 に示した。(参照 3～5、11)

表 7 *in vitro* 試験

検査項目	試験対象	用量	結果
復帰突然変異試験	<i>Salmonella typhimurium</i> TA98、TA100、TA1537	20～5,000 µg/plate (±S9)	陰性 (参照 3)
	<i>S. typhimurium</i> TA98、TA100、TA1535、TA1537、 <i>Escherichia coli</i> WP2 <i>uvrA</i>	313～5,000 µg/plate (±S9)	陰性 (参照 3)
遺伝子突然変異試験	チャイニーズハムスター肺由来細胞、 <i>hprt</i> 遺伝子	12.4～400 µg/mL (–S9)	陰性 (参照 3)
		24.7～667 µg/mL (+S9)	陰性 (参照 3)
染色体異常試験	チャイニーズハムスター卵巣由来細胞	20.8～83.4 µg/mL (–S9)	陰性 (参照 3)
		166.75～667 µg/mL (+S9)	陰性 (参照 3)
不定期 DNA 合成試験	ラット肝初代培養細胞	6.2～670 µg/mL	陰性 (参照 3)

表 8 *in vivo* 試験

検査項目	試験対象	用量	結果
小核試験	マウス骨髄細胞	47～188 mg/kg 体重、単回経口投与	陰性 (参照 3)

コメントアッセイ	ddY 雄マウス (胃、腸、肝臓、腎臓、膀胱、肺、脳及び骨髄)	100 及び 200 mg/kg 体重、単回経口投与、3 及び 24 時間後観察	陰性 (参照 11)
----------	---------------------------------	--	------------

表 7 及び表 8 に示す全ての試験において、いずれも陰性の結果が得られた。

4. 急性毒性試験 (ラット)

ジシクラニルの急性毒性試験がラットを用いて経口投与又は経皮投与により行われている。結果を表 9 に示した。

いずれの試験においても生残動物は 2~12 日以内に回復した。(参照 3~5)

表 9 ラットの急性毒性試験結果一覧

動物種	投与経路	LD ₅₀ (mg/kg 体重)		所見
		雄	雌	
Tif:RAIf (SPF) ラット	経口	560	約 500	立毛、円背位及び呼吸困難、自発運動の減少、運動失調 (雄)、精巣退縮 (200 mg/kg 体重投与群の雄 2 例)
	経皮	≥2,000	≥2,000	立毛、円背位
	吸入 (4 時間ばく露)	LC ₅₀ (mg/m ³)		立毛、円背位、呼吸困難及び自発運動低下、肺に斑点 (高用量投与群)、腹部膨張 (高用量投与群の雄生存例)
	3,400	3,000		

5. 亜急性毒性試験

(1) 28 日間亜急性毒性試験 (ラット) <参考資料⁸>

ラット (Tif:RAIf 系、雌雄各 5 匹) を用いたジシクラニルの 4 週間経皮投与 (0、5、30、300 又は 1,000 mg/kg 体重/日) による亜急性毒性試験が実施された。投与は、1 日 6 時間を週 5 日間、剪毛した背部皮膚の密封包帯法により行われた。

死亡例はなく投与に関連した臨床症状も認められなかった。皮膚への局所刺激性を示す所見も認められなかった。300 mg/kg 体重/日以上投与群の雄で、体重及び体重増加量が用量依存的に減少し、僅かな摂餌量減少が認められた。

また、血漿ナトリウム及びカルシウム濃度が僅かに減少した。1,000 mg/kg 体重/日投与群の雌で肝臓の絶対及び相対重量の増加が認められた。300 mg/kg 体重/日投与群の雌においても同様の影響が認められたが、統計学的に有意ではなかった。

30 mg/kg 体重/日以上投与群の雌で、脳の絶対重量が増加したが、病理組織学的変化は認められなかった。肉眼的検査では投与に関連した影響は認められなかった。1,000 mg/kg 体重/日投与群の雄、300 mg/kg 体重/日以上投与群の雌に肝細胞の肥大が認められた。

著者は、体重増加抑制及び肝臓の変化に基づき、無作用量 (NOEL) を 30 mg/kg 体重/日と設定している。(参照 3)

JECFA は、本試験に NOEL 等を設定していない。

⁸ 経皮投与であることから、参考資料とした。

EMEAは、30 mg/kg 体重/日以上投与群における雌の脳重量の顕著な増加から、NOELを5 mg/kg 体重/日と設定している。(参照 4、5)

(2) 90 日間亜急性毒性試験 (ラット)

SPF ラット (Tif:RAIf 系、雌雄各 10 匹) を用いたジシクラニルの 90 日間混餌投与 (混餌濃度は 0、5、25、125 又は 500 ppm、平均被験物質摂取量は表 10 参照。) による亜急性毒性試験が実施された。対照群及び 500 ppm 投与群には、雌雄各 10 匹の 4 週間の回復群が設けられた。

投与に関連した死亡や臨床症状は認められなかった。125 ppm 以上投与群の雄及び 500 ppm 投与群の雌で体重増加量及び摂餌量の僅かな減少が認められた。500 ppm 投与群の体重は、回復期間の摂餌量の増加により、回復期間終了時には対照群と同等になった。

血液化学的検査では 125 ppm 以上投与群の雌雄で、Glu の軽度の減少が認められたが、回復期間中に回復した。500 ppm 投与群で、雄の腎臓、脳及び精巣並びに雌の肝臓及び脳において相対重量の増加が認められたが、4 週間の回復期間で回復性が認められた。投与に関連した眼科的又は血液学的変化は認められなかった。

また、肉眼的又は病理組織学的な変化も認められなかった。500 ppm 投与群の雌 1 例で乳腺腫瘍が認められたが自然発生と考えられた。(参照 3~5)

JECFA 及び EMEA は、体重増加抑制に基づき、NOEL を 25 ppm (雄で 1.6 mg/kg 体重/日に相当) と設定している。(参照 3~5)

食品安全委員会は、125 ppm 以上投与群の雌雄で Glu の減少、雄で体重増加量の減少がみられたことから、本試験の NOAEL を 25 ppm (雄で 1.6 mg/kg 体重/日、雌で 1.7 mg/kg 体重/日に相当) と設定した。

表 10 90 日間亜急性毒性試験 (ラット) における平均被験物質摂取量

投与群 (ppm)		0	5	25	125	500
平均被験物質摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	0	0.31	1.6	8.0	33
	雌	0	0.31	1.7	8.4	34

(3) 90 日間亜急性毒性試験 (イヌ)

イヌ (ビーグル種、雌雄各 4 匹/群) を用いたジシクラニルの 90 日間混餌投与 (混餌濃度は 0、20、100、500 又は 1,500 ppm、平均被験物質摂取量は表 11 参照。) による亜急性毒性試験が実施された。毒性所見を表 12 に示した。

1,500 ppm 投与群の雄 1 例が強直性間代性痙攣を伴う全身状態の悪化で 11 週目に死亡した。死因は剖検では明らかにならなかった。

眼科的検査では、投与に関連した変化は認められなかった。

尿検査及び剖検では、投与に関連した影響は認められなかった。

病理組織学的検査では、肝細胞の傷害性を示す明らかな形態学的所見は認められなかった。(参照 3~5)

JECFA は、肝細胞傷害を伴わない肝細胞浮腫 (hepatocyte oedema without

hepatocellular damage) は毒性学的に重要でないとし、血漿 Chol の増加並びに前立腺及び膀胱の病理組織学的所見に基づき、NOEL を 20 ppm (雄で 0.61 mg/kg 体重/日に相当) と設定している。(参照 3)

一方、EMEA は、肝臓の病理組織学的所見における変化が全ての投与群で認められたことから、NOAEL は設定できなかったとしている。(参照 4、5)

食品安全委員会は、20 ppm 投与群の雌で認められた肝細胞傷害を伴わない肝細胞浮腫については、毒性とはみなさなかった。一方で、100 ppm 以上投与群の雌雄に Chol 及びリン脂質濃度増加、雄に前立腺組織の萎縮、雌に膀胱上皮過形成を伴う炎症性変化の増加がみられたことから、NOAEL を 20 ppm (雄で 0.61 mg/kg 体重/日に相当、雌で 0.71 mg/kg 体重/日に相当) と設定した。

表 11 90 日間亜急性毒性試験 (イヌ) における平均被験物質摂取量

投与群 (ppm)		0	20	100	500	1,500
平均被験物質摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	0	0.61	2.7	14	42
	雌	0	0.71	3.5	17	42

表 12 90 日間亜急性毒性試験 (イヌ) における毒性所見

投与群	雄	雌
1,500 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ・軽度の運動失調、不自然な尾上げ、頻繁な震え等 (9~11 週から)、嘔吐、糞中の血痕 ・体重減少、摂餌量減少を伴う体重増加抑制 ・軽度な小球性低色素性赤血球を伴う Hb 及び Ht の軽度の減少 ・Alb 軽度減少 ・血漿 Ca、K、尿素、Cre 及び T.Bil 減少 ・肝臓及び副腎の絶対及び相対重量の増加、腎臓の相対重量の増加 ・胸腺、精巣及び脾臓の絶対及び相対重量の減少 ・肝臓の線維化を伴う軽度~中程度の限局性又は多巣性の被膜下炎症 (2/4 例) ・胸腺萎縮 (全例) ・腸間膜リンパ節の軽度リンパ性萎縮 (3/4 例) ・軽度~顕著な前立腺組織の萎縮 (全例) ・軽度の精細管萎縮 (3/4 例)、精子形成の顕著な減少 (全例) 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽度の運動失調、不自然な尾上げ、頻繁な震え等 (9~11 週から)、嘔吐、糞中の血痕 ・摂餌量減少を伴う体重増加抑制 ・軽度な小球性低色素性赤血球を伴う Hb 及び Ht の軽度の減少 ・血漿 Ca、K、尿素、Cre 及び T.Bil 減少 ・肝臓、副腎及び腎臓の絶対及び相対重量の増加 ・脾臓の絶対及び相対重量の減少 ・肝臓の線維化を伴う軽度~中程度の限局性又は多巣性の被膜下炎症 (3/4 例) ・脾臓の軽度な白脾髄萎縮 (全例)

500 ppm 以上	<ul style="list-style-type: none"> 一部の動物に一過性の非常に軽度な摂餌量減少 (500 ppm) 脾臓の軽度な白脾髄萎縮 (3/4 例) 胸腺萎縮 (3/4 例) (500 ppm) 軽度～顕著な前立腺組織の萎縮 (1/4 例) (500 ppm) 	<ul style="list-style-type: none"> 一部の動物に一過性の非常に軽度な摂餌量減少 (500 ppm) Alb 軽度減少 肝臓の絶対及び相対重量の増加(用量反応性なし) (500 ppm)
100 ppm 以上	<ul style="list-style-type: none"> Chol 及びビリルビン濃度増加 軽度～顕著な前立腺組織の萎縮 (3/4 例) (100 ppm) 	<ul style="list-style-type: none"> Chol 及びビリルビン濃度増加 膀胱上皮過形成を伴う炎症性変化の増加 肝臓の絶対及び相対重量の増加(有意差なし) (100 ppm)
20 ppm	毒性所見なし	毒性所見なし

6. 慢性毒性及び発がん性試験

(1) 18 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 (マウス)

SPF マウス (Tif:MAGf 系、雌雄各 60 匹/群) を用いたジシクラニルの 18 か月間混餌投与 (混餌濃度は 0、10、100、500 又は 1,500 ppm、平均被験物質摂取量は表 13 参照。) による慢性毒性/発がん性併合試験が実施された。毒性所見を表 14 に示した。

一般状態について、1,500 ppm 投与群の雄において、頭頸部に激しい引掻き傷が認められた。1,500 ppm 投与群では雄の死亡率は高く、雌では雄ほど高くはなかった。1,500 ppm 投与群の全動物は、58～59 週で試験を終了した。500 ppm 以下投与群では生存率に影響はなかった。

血液学的パラメーターに投与に関連した変化はなかった。

病理組織学的検査では、腫瘍性変化として、肝腫瘍がみられた。肝腫瘍の発生頻度を表 15 に示した。500 ppm 以上投与群の雌で肝細胞腺腫の発生頻度が対照群より高かった。

ジシクラニル投与による悪性リンパ腫の発生頻度の変化はなかった。(参照 3、9)

肝細胞腺腫及び肝細胞がんが雌で最大耐量 (500 ppm) を超える用量で増加したこと及び肝発がんに関与した可能性のある肝細胞増殖を示唆する所見のあることが注目された。嗅上皮の色素沈着はラットの 24 か月慢性毒性/発がん性併合試験 [II. 6. (2)] でも認められており、他の化学物質の試験の対照群についても更に検討された ([II. 8. (6)])。その結果、JECFA は、嗅上皮についての影響を生物学的意義はないとみなし、マウスの肝臓についての影響から NOEL を 10 ppm (1.1 mg/kg 体重/日に相当) と設定している。(参照 3)

EMEA は、500 ppm 以上投与群の雌において腫瘍原性の影響が認められたが、正確なメカニズムが明確でなく、また、その影響には最大耐量を上回る用量が必要であることから、肝臓への影響に基づき、NOEL を 10 ppm (1.1 mg/kg 体重/日に相当) と設定している。(参照 4、5)

豪州政府提出資料においては、100 ppm 以上投与群の肝細胞壊死、肝細胞肥大及び嗅上皮の色素沈着に基づき、NOEL を 10 ppm (1.1 mg/kg 体重/日に相当) と設定している。(参照 9)

食品安全委員会は、100 ppm 以上投与群の雄に肝細胞壊死及び色素沈着が、500 ppm 以上投与群の雌に体重増加抑制等がみられたことから、NOAEL を雄で 10 ppm (1.1 mg/kg 体重/日に相当) 及び雌で 100 ppm (12 mg/kg 体重/日に相当) と設定した。また、1,500 ppm 投与群では発がん性の評価はできなかったが、500 ppm 投与群の雌に発がん性が認められた。一方、雄では、肝腫瘍の発生頻度について用量相関性が確認できないことから、発がん性に関する判断はできなかった。

表 13 18 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 (マウス) における平均被験物質摂取量

投与群 (ppm)		0	10	100	500	1,500
平均被験物質摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	0	1.1	12	59	210
	雌	0	1.1	12	65	200

表 14 18 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 (マウス) における毒性所見

投与群	雄	雌
1,500 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ・頭頸部の引掻き傷、死亡率高値 ・体重増加量約 50%減少 ・飼料効率の低下 ・肝細胞の有糸分裂像、多核肝細胞及び変異肝細胞巢の増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・体重増加量約 50%減少 ・肝細胞肥大 ・変異肝細胞巢の増加
500 ppm 以上	<ul style="list-style-type: none"> ・肝臓の絶対及び相対重量の増加 (500 ppm) ・肝細胞肥大 (500 ppm) ・副腎の色素沈着 (セロイド沈着) (500 ppm) ・骨髓細胞の増加 (500 ppm) 	<ul style="list-style-type: none"> ・体重増加量約 30%減少 (500 ppm) ・飼料効率の低下 ・肝臓の絶対及び相対重量の増加 (500 ppm) ・腎臓、脳及び副腎の相対重量の減少 (500 ppm) ・副腎の色素沈着 (セロイド沈着) (500 ppm) ・骨髓細胞の増加 (500 ppm)
100 ppm 以上	<ul style="list-style-type: none"> ・クッパー細胞の色素沈着 (主にヘモジデリン) 及び肝細胞壊死 ・嗅上皮の色素沈着の発生率及び程度の増加、ボウマン腺 (嗅腺) の炎症性細胞浸潤の増加 (100 及び 500 ppm) 	
10 ppm	毒性所見なし	毒性所見なし

表 15 肝腫瘍の発生頻度

腫瘍	雌雄	0 ppm	10 ppm	100 ppm	500 ppm	1,500 ppm ^{a, b}
肝細胞腺腫	雄	11/53	9/52	15/55	11/52	6/60
	雌	0/52	2/51	3/53	9/53	5/60
肝細胞がん	雄	6/53	8/52	6/55	6/52	5/60
	雌	0/52	0/51	0/53	0/53	6/60

a : 1,500 ppm 投与群の全動物は、58~59 週で試験を終了し、病理組織学的検査を行っている。
b : 死亡例も含んだ供試数と推測される。

(2) 24 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 (ラット)

SPF ラット (Tif:RAIF 系、雌雄各 80 匹/群) を用いたジシクラニルの 24 か月間混餌投与 (混餌濃度は 0、5、25、125 又は 500 ppm、平均被験物質摂取量は表 16 参照。) による慢性毒性/発がん性併合試験が行われた。12 か月後の中間検査に各群 10 匹を用いた。毒性所見を表 17 に示した。

投与による臨床症状や生存率に影響はみられなかった。

血液学的検査では、投与に関連した明らかな変化はみられなかった。尿検査パラメーターに変化はなかった。

500 ppm 投与群の雌雄で、最終的な低体重のためほとんど全ての臓器 (特に、腎臓、肝臓及び精巣上体) について相対重量が増加した。

ジシクラニルは腫瘍の発生頻度に影響しなかった。(参照 3)

JECFA は、嗅上皮の色素沈着について検討した結果 [II. 8. (6)] から、嗅上皮に対する影響は自然な加齢性変化の促進であり、ジシクラニルは生存率、行動又は健康全般に影響しないことを指摘し、体重変化、肝臓及び脾臓の病理組織学的変化に基づき NOEL を 125 ppm と設定している。(参照 3)

EMEA は、嗅上皮における色素沈着の増加は毒性学的に有意なものではなく、発がん性に関する証拠はないとして、NOAEL を 25 ppm (雄で 1.0 mg/kg 体重/日、雌で 1.2 mg/kg 体重/日に相当) と設定している。(参照 4、5)

豪州政府提出資料 (1997 年) においては、25 ppm 以上投与群の雌雄の嗅上皮の色素沈着に基づき、NOEL を 5 ppm (0.2 mg/kg 体重/日に相当) と設定している。しかし、2005 年の評価では、イヌを用いた 12 か月間慢性毒性試験 [II. 6. (3)] においてみられた血漿 Chol の上昇に基づく NOEL (0.7 mg/kg 体重/日) から ADI を算出している。(参照 9、12)

食品安全委員会は、嗅上皮の色素沈着に対する JECFA や EMEA の考え方を支持し、125 ppm 以上投与群の雌雄で体重増加量の減少がみられたことから、NOAEL を 25 ppm (雄で 0.97 mg/kg 体重/日、雌で 1.2 mg/kg 体重/日に相当) と設定した。発がん性はみられなかった。

表 16 24 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 (ラット) における平均被験物質摂取量

投与群 (ppm)		0	5	25	125	500
平均被験物質摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	0	0.19	0.97	4.8	22
	雌	0	0.23	1.2	6.0	26

表 17 24 か月間慢性毒性/発がん性併合試験（ラット）における毒性所見

投与群	雄	雌
500 ppm	<ul style="list-style-type: none"> ・摂餌量減少 ・体重増加量約 25%減少 ・無機リン濃度上昇、TG 減少（13 及び 26 週のみ） ・精巣上体の絶対及び相対重量の増加、腎臓の相対重量増加 ・膵外分泌腺の巣状又は限局性過形成の増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・摂餌量減少 ・体重増加量約 25%減少 ・腎臓及び肝臓の相対重量増加 ・肝臓の単房性又は多房性胆管嚢胞の増加
125 ppm 以上	<ul style="list-style-type: none"> ・体重増加量約 10%未満減少（125 ppm） ・無機リン濃度上昇（78 及び 105 週のみ）（125 ppm） ・肝臓の相対重量増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・体重増加量約 10%未満減少（125 ppm）
25 ppm	毒性所見なし	毒性所見なし

（3）12 か月間慢性毒性試験（イヌ）

イヌ（ビーグル種、雌雄各 4 匹/群）を用いたジシクラニルの混餌投与（混餌濃度は 0、5、25、150 又は 750 ppm、平均被験物質摂取量は表 18 参照。）による 12 か月間慢性毒性試験が実施された。対照群及び 750 ppm 投与群には 4 週間の回復群（雌雄各 2 匹/群）を設けた。毒性所見を表 19 に示した。

750 ppm 投与群の雌 1 例は 13 日目に異常な兆候を示さずに死亡した。750 ppm 投与群の雄 1 例は 32 日目に嘔吐、無気力、横臥、摂餌量減少による体重減少を呈したため安楽死処置した。

眼科学的検査及び神経学的検査においては投与に関連した影響は認められなかった。血液学的又は尿検査パラメーターにも変化は認められなかった。

肉眼的及び病理組織学的所見は計画安楽死処置前に死亡又は安楽死処置した 750 ppm 投与群の雌雄各 1 例に限られていた。これら 2 例には、急性の重度の肝障害及びその結果としての心循環障害、雄にはさらに体重減少によるストレスが認められた。

著者は、これらの状況は本試験の他のイヌとは全く異なっており、急性で重度の肝障害はイヌの 28 日間投与試験 [評価書への記載なし] 及び 90 日間亜急性毒性試験 [II. 5. (3)]（それぞれ 2,500 及び 1,500 ppm までを投与）では認められなかったことから、これら 2 例にみられた病変は偶発所見と判断している。

また、著者は、雄でみられた血漿 Chol の増加から NOEL を 25 ppm（雄で 0.71 mg/kg 体重/日に相当）と設定している。（参照 3）

JECFA は、雄の血漿 Chol の増加に基づき、NOEL を 25 ppm（雄で 0.71 mg/kg 体重/日に相当）を設定している。この NOEL は、イヌを用いた 90 日間亜急性毒性試験 [II. 5. (3)] の NOEL により支持される。また、JECFA は、90 日間亜急性毒性試験でみられた病理組織学的所見が、本試験では計画安楽死処置まで生存していた動物にみられなかったことを指摘している。（参照 3）

EMA は、同様に NOEL を 25 ppm（雄で 0.71 mg/kg 体重/日、雌で 0.77 mg/kg 体重/日に相当）と設定している。（参照 4、5）

豪州政府提出資料においては、150 ppm 投与群の雄の血漿 Chol の変化に基づき、NOEL を 25 ppm（0.71 mg/kg 体重/日に相当）と設定している。（参照 9）

食品安全委員会は、150 ppm 以上投与群の雄に血漿 Chol の増加、750 ppm 投与群の雌に一般状態の変化及び血液生化学的パラメーターの変動がみられたことから、NOAEL を雄で 25 ppm (0.71 mg/kg 体重/日に相当)、雌で 150 ppm (5.1 mg/kg 体重/日に相当) と設定した。

表 18 12 か月間慢性毒性試験 (イヌ) における平均被験物質摂取量

投与群 (ppm)		0	5	25	150	750
平均被験物質摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	0	0.16	0.71	4.4	23
	雌	0	0.15	0.77	5.1	23

表 19 12 か月間慢性毒性試験 (イヌ) における毒性所見

投与群	雄	雌
750 ppm	<ul style="list-style-type: none"> Ca、Bil 及び BUN の減少、ALP 低下 肝臓の絶対及び相対重量の増加 (絶対重量のみ有意差あり) 肝臓のびまん性壊死及び腎臓病変、精巣及び前立腺萎縮* 	<ul style="list-style-type: none"> 嘔吐、体重増加 (2 匹) 及び摂餌量の軽度の減少 血漿 Chol 増加 (有意差なし) Bil 及び BUN の減少、ALP 低下 肝臓の絶対及び相対重量の増加 (有意差なし) 心臓の絶対及び相対重量の減少 (絶対重量のみ有意差あり) 肝臓のびまん性壊死、腹膜の血管における血栓*
150 ppm 以上	・血漿 Chol 増加	毒性所見なし (150 ppm 以下)
25 ppm 以下	毒性所見なし	

* : 死亡例にみられた所見

7. 生殖発生毒性試験

(1) 2 世代繁殖試験 (ラット)

SPF ラット (Tif: RAIf 系、雌雄各 30 匹/群) を用いたジシクラニルの混餌投与 (0、5、30、200 又は 500 ppm) による 2 世代繁殖試験が実施された。投与を交配前 10 週間並びに交配、妊娠及び授乳の各期間を通じて行い、各世代とも 2 回ずつ繁殖を行った。毒性所見を表 20 に示した。

親動物では、投与に関連した死亡や臨床症状は認められず、雌雄の交尾率や受胎率、雌の出産率、妊娠期間等に影響はなかった。F₀ 及び F₁ いずれも、2 回の授乳期間を通じて、雌の体重増加量に増加が認められた。剖検及び組織学的検査結果並びに臓器重量には、投与に関連した影響はなかった。

児動物では、性比、臨床症状、産児数、身体発達 (立ち直り反応及び眼瞼開裂) 及び剖検結果に投与に関連した影響はみられなかった。(参照 3~5)

JECFA は、親動物の一般毒性に対する NOEL を体重の変化に基づき 30 ppm、生殖毒性に対する NOEL を最高用量の 500 ppm、児動物に対する NOEL を体重増加量の減少に基づき 200 ppm と設定している。(参照 3)

EMA は、全体的な本試験の NOEL を 30 ppm と設定している。(参照 4、5)

豪州政府提出資料では、200 ppm 投与群の親動物の体重増加量及び摂餌量の減少に基づき、NOEL を 30 ppm と設定している。(参照 9)

食品安全委員会は、200 ppm (21 mg/kg 体重/日に相当⁹) 以上投与群の親動物に体重増加抑制及び摂餌量減少が、500 ppm (24 mg/kg 体重/日に相当⁹) 投与群の児動物に体重の低値がみられたことから、一般毒性に対する NOAEL を 30 ppm (2 mg/kg 体重/日に相当⁹)、児動物に対する NOAEL を 200 ppm (21 mg/kg 体重/日に相当⁹) と設定した。生殖毒性は認められなかった。

表 20 2 世代繁殖試験 (ラット) における毒性所見

	投与群	親 : F ₀ 、児 : F ₁		親 : F ₁ 、児 : F ₂	
		雄	雌	雄	雌
親動物	500 ppm			・ 体重低値	
	200 ppm 以上	・ 体重増加抑制及び摂餌量減少 (交配前期間中)		毒性所見なし (200 ppm 以下)	
	30 ppm 以下	毒性所見なし			
児動物	500 ppm	・ F _{1a} 及び F _{1b} 児の体重低値		・ F _{2a} 及び F _{2b} 児の体重低値	
	200 ppm 以下	毒性所見なし		毒性所見なし	

(2) 発生毒性試験 (ラット)

SPF ラット (Tif:RAIF 系、雌 24 匹/群) を用いたジシクラニルの強制経口投与 (0、1、5、25 又は 75 mg/kg 体重/日) による発生毒性試験が実施された。投与を妊娠 6 日から 15 日まで行い、妊娠 21 日に胎児を検査した。

母動物の死亡はなく、投与に関連した毒性症状もなかった。25 mg/kg 体重/日以上投与群で母動物に体重増加抑制及び摂餌量の減少が認められた。胎児に対する影響は 75 mg/kg 体重/日投与群で認められ、初期吸収胚数の増加、胎児体重の減少、腎盂拡張頻度の軽度の増加並びに骨化不良による胸骨の異常及び変異の増加が認められた。EMEA では、5 mg/kg 体重/日投与群の胎児に骨格異常が報告されたとしている。(参照 3~5)

JECFA は、体重増加量の減少に基づき、母動物に対する NOEL を 5 mg/kg 体重/日、胎児体重の減少、腎盂拡張の増加及び軽度の骨化遅延による骨格異常の増加 (variations consistent with a slight delay in skeletal maturation) に基づき、発生毒性に対する NOEL を 25 mg/kg 体重/日と設定している。催奇形性は認められなかった。(参照 3)

EMEA は、母動物に対しては NOEL を 25 mg/kg 体重/日、胎児に対しては 5 mg/kg 体重/日投与群で骨格異常の発現頻度が増加したとして NOEL を 1 mg/kg 体重/日と設定している。(参照 4、5)

食品安全委員会は、25 mg/kg 体重/日以上投与群に体重増加抑制がみられたことから、母動物に対する NOAEL を 5 mg/kg 体重/日と設定した。胎児に対する NOAEL については、EMEA において 5 mg/kg 体重/日投与群の胎児に骨格異常が報告されているが用量相関性が不明であることから、JECFA の判断を支持し、25 mg/kg 体重/日と設定した。催奇形性は認められなかった。

⁹ JECFA による換算値

(3) 発生毒性試験 (ウサギ)

ウサギ (Russian 種、雌 19 匹/群) を用いたジシクラニルの強制経口投与 (0、1、3、10 又は 30 mg/kg 体重/日) による発生毒性試験が実施された。投与を妊娠 7 日から 18 日まで行い、妊娠 29 日に胎児を検査した。

母動物に死亡や投与に関連した毒性症状は認められなかった。10 mg/kg 体重/日以上投与群で体重増加抑制が認められ、30 mg/kg 体重/日投与群では摂餌量の減少も認められた。胎児では、30 mg/kg 体重/日投与群で体重の低値と軽微な骨化遅延の増加が認められた。(参照 3~5)

JECFA は、体重増加量の減少に基づき、母動物に対する NOEL を 3 mg/kg 体重/日、胎児体重の減少及び骨化遅延による骨格変異の増加に基づき、発生毒性に対する NOEL を 10 mg/kg 体重/日と設定している。(参照 3)

EMA は、母動物に対する NOEL を 3 mg/kg 体重/日、胎児に対する NOEL を 10 mg/kg 体重/日と設定し、催奇形性は認められなかったとしている。(参照 4、5)

食品安全委員会は、10 mg/kg 体重/日以上投与群で体重増加抑制が認められ、30 mg/kg 体重/日投与群で胎児体重の低値及び骨化遅延がみられたことから、母動物に対する NOAEL を 3 mg/kg 体重/日、胎児に対する NOAEL を 10 mg/kg 体重/日と設定した。催奇形性は認められなかった。

8. その他の毒性試験

(1) 皮膚刺激性試験 (ウサギ)

ウサギ (Chbb:NZW 種、雄 3 匹) を用いてジシクラニルを毛刈りした横腹に半密封的に局所投与 (0.5 g) した試験において、パッチ除去後 1 時間 (3 匹) から 24 時間 (1 匹) に非常に軽度な紅斑が認められた。(参照 3)

(2) 眼刺激性試験 (ウサギ)

ウサギ (Chbb:NZW 種、3 匹) を用いてジシクラニルを片目の結膜嚢に滴下投与 (84 mg/0.1mL) した試験において、角膜に投与による影響はみられなかった。1 例は滴下 1 時間後に虹彩に影響がみられたが、24 時間以内に回復した。2 例で滴下 1 時間後に結膜浮腫がみられたが、24 時間以内に回復した。全てのウサギに結膜の発赤 (スコア 1 及び 2) がみられたが、1~7 日までに回復した。(参照 3)

(3) 皮膚感作性試験 (モルモット)

モルモット (Pirbright white Tif:DHP 種、雌雄各 10 匹) を用いたジシクラニルによる表皮投与試験において、有意な皮膚感作性は認められなかった (1/20 陽性)。皮膚のバリアを意図的に回避するため、ジシクラニルの皮内投与試験を実施し、陽性反応を示したのは投与群の 20 例中 13 例であった。溶媒投与では 20 例中 3 例であった ($p < 0.01$)。 (参照 3)

(4) 安全性試験 (羊) <参考資料¹⁰>

羊 (8頭) にジシクラニルを臨床用量 (42 mg/kg 体重) の 1、3 又は 10 倍量で、1 週間間隔で 3 回、局所滴下投与し、安全性試験が実施された。10 倍量投与群で肝臓及び脾臓重量の顕著な増加が認められた。全般的に、3 倍量投与群では全身的な毒性症状は認められず、忍容性は良好であった。(参照 4、5)

(5) 免疫毒性 (イヌ)

イヌ (ビーグル種、雌雄各 4 匹/群) を用いた経口投与による 90 日間亜急性毒性試験 [II. 5. (3)] において、13.9 mg/kg 体重/日以上以上の投与量で、リンパ組織の萎縮がみられた。(参照 4、5)

(6) 嗅上皮の色素沈着に関する検討を行った試験

ラットを用いた 24 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 [II. 6. (2)] において、嗅上皮に色素沈着がみられたことから、嗅上皮の色素沈着の背景データや原因について検討された。24 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 [II. 6. (2)] 及び 90 日間亜急性毒性試験 [II. 5. (2)] の対照群及び 500 ppm 投与群の雄由来の試料が用いられた。また、他の化学物質の長期試験に用いられた同じ系統の雄ラットの試料が、参照として用いられた。

ジシクラニルや他の化学物質の長期試験では、対照群の嗅上皮に軽度～中程度の色素沈着がみられたが、90 日間亜急性毒性試験の対照群にはみられなかった。500 ppm の混餌投与が色素沈着の増加を引き起こし、3 か月後では軽度で、12 及び 24 か月後並びにその後では中程度から重度であった。染色像から、色素は主にリポフスチンであり、嗅上皮及び下部の固有層に局在していた。また、色素は二次リソソームに局在しているようであった。さらに、高解像度顕微鏡試験からボウマン腺の支持細胞及び分泌細胞が色素沈着の影響を受けていることが示された。嗅神経核周囲部、嗅粘膜の嗅神経の神経束、及び嗅球 (脳内) には色素の蓄積は認められなかった。色素沈着以外には嗅粘膜に投与に関連した形態学的変化はみられなかった。

JECFA 評価書において、試験報告書の著者によれば、24 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 [II. 6. (2)] において、ジシクラニル投与による嗅感覚の障害はなかったとされている。さらに、ボウマン腺にムコ多糖類が存在していることから、ジシクラニルを投与したラットの嗅粘膜は機能的に正常であることを示していたとしている。さらに、著者は、ジシクラニルを投与した雄ラットの嗅上皮にみられる色素沈着はボウマン腺の支持細胞及び分泌細胞の細胞質にリポフスチンが蓄積した結果であり、自然な加齢性変化の促進であると結論した。嗅粘膜に他の形態的变化がなかったことから、著者は、色素沈着は嗅粘膜の構造上又は機能上有害なものでなく、毒性とは判断しないとした。(参照 3)

食品安全委員会としては、いずれの所見についても明らかな毒性学的意義は認められないと判断した。

¹⁰ 家畜に対する安全性試験であることから、参考資料とした。

9. 一般薬理試験

マウス、ラット及びモルモットを用いた *in vivo*、*in vitro* 試験によりジシクラニルの中枢神経系（中枢性行動制御、体温、自発運動、催眠強化、運動強調）、末梢神経系、自律神経系、平滑筋、心臓血管系、呼吸器系及び消化管に対する影響が調べられた。精子の形態及び運動性についても調べられた。結果を表 21 に示した。（参照 3～5、9）

表 21 ジシクラニルの一般薬理試験結果

影響	検査項目又は試験の種類	動物数 (匹数)	投与量 (mg/kg 体重) (投与経路)	試験結果の概要 (投与量の単位省略)
中枢神経系	一般状態 (Irwin 法試験)	NMRI マウス (雄 3 匹/群)	0、1、10、100 (経口)	100：探索行動及び驚愕反応が僅かに抑制。投与 6 時間後が最も顕著で、驚愕反応は 8 時間後、探索行動は 24 時間後に完全に回復。
	自発運動量	NMRI マウス (雄 4 匹/群)	0、1、10、100 (経口)	100：静止活動の減少。24 時間後に完全に回復。
	協調運動能	NMRI マウス (雄 6 匹/群)	0、1、10、100 (経口)	100：阻害。投与 4 時間後が顕著で 24 時間後に完全に消失。
	ヘキソバルピタール睡眠増強作用	NMRI マウス (雄 6 匹/群)	0、1、10、100 (経口)	影響なし。
	体温	Han Wistar ラット (雄 6 匹/群)	0、1、10、100 (経口)	影響なし。
循環器系・呼吸器系	呼吸、心拍数、血圧及び心電図	Han Wistar ラット (雄 4 匹/群)	0、100 (経口)	100：心拍数増加 呼吸数、血圧及び心電図に影響なし。
消化器系	炭末輸送能	NMRI マウス (雄 6 匹/群)	0、1、10、100 (経口)	影響なし
	平滑筋収縮 (ACh、His 及び BaCl ₂ の作用に対する影響)	モルモット摘出回腸	0、0.1、0.3、1.3、3 mmol/L (<i>in vitro</i>)	0.3 以上：His 及び BaCl ₂ による収縮。 1 以上：ACh による収縮。 完全かつ迅速に回復。
生殖系	精子の運動性、濃度、形態	Han Wistar ラット (雄 10 匹/群)	0、50 (経口)	50：異常なし。投与 6 週間後に、異常な形態の精子（頭部のみや異常な鉤形の精子）の有意でない増加がみられ、12 週間後に完全に回復。
その他	神経筋接合	ラット摘出横隔膜神経	0、0.1、0.3、1.3、3 mmol/L (<i>in vitro</i>)	骨格筋収縮の直接誘導、横隔膜神経刺激による間接的収縮に影響なし。

10. ヒトにおける知見

ジシクラニルは、ヒト用医薬品として使用されていないことから、ヒトに関する知見についての利用可能な情報は無い。（参照 4、5）

1 1. JECFA の評価（2000 年）以降の知見に基づいた肝腫瘍の発現機序の検討

マウスを用いた 18 か月間慢性毒性/発がん性併合試験 [II. 6. (1)] において、500 ppm 投与群の雌で発がん性が認められた。一方、雄マウスについては、発がん性に関する判断はできなかった。これを踏まえ、JECFA の評価（2000 年）以降にみられた以下の知見を基に、肝腫瘍の発現機序を検討した。

(1) マウスを用いた混餌投与による試験①

肝臓を部分切除した ICR マウス（雄 8～12 匹/群）に、切除 24 時間後にイニシエーションの目的でジエチルニトロソアミン (DEN) を 30 mg/kg 体重の用量で腹腔内投与し、その 1 週間後にジシクラニルを 0 (DEN 投与のみ)、187.5、375 又は 750 ppm の濃度で 10 週間混餌投与し、変異肝細胞巢プロモーション活性が検討された。

病理組織学的検査の結果、注意すべき変化はみられなかった。免疫染色標本では、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (GGT) 陽性細胞がみられたが、GGT 陽性巢はみられなかった。対照群 (DEN 投与のみ) に対し、全投与群 (DEN+ジシクラニルの投与) で GGT 陽性細胞数の増加はみられなかった。増殖細胞核抗原陽性細胞比は対照群に比べて 750 ppm 投与群で有意に増加した。

mRNA 発現を検討する RT-PCR 検査では、対照群に対し、375 ppm 以上投与群では *Cyp1a1* が、全投与群では *Cyp1a2* といった代謝関連遺伝子の有意な発現増加がみられた。DNA 損傷/修復関連遺伝子の *OGGI* の発現も 750 ppm 投与群で有意に増加した。*Erc5*、*Por*、*Txnrd1*、*Sod1*、*Gpx2* といった酸化ストレス関連遺伝子の発現に、対照群と投与群で差はみられなかった。肝臓のミクロソーム活性酸素の産生増加に、対照群と投与群で差はみられなかった。(参照 13)

(2) マウスを用いた混餌投与による試験②

ICR マウス（雄 10～20 匹/群）に、イニシエーションの目的でジメチルニトロソアミン (DMN) を週 1 回 3 週間腹腔内投与し、その 1 週間後からジシクラニルを 0 又は 1,500 ppm の濃度で含む飼料を 13 又は 26 週間摂取させて、ジシクラニルのプロモーション作用が検討された。肝細胞増殖を促すため、実験開始 5 週にて肝臓を部分切除した。

DMN+ジシクラニル 13 及び 26 週間投与群において、GGT 陽性巢の形成とともに、いくつかの代謝又は酸化ストレス関連遺伝子 (*Cyp1a1*、*Por*、*Txnrd1*、*Sod1*) の mRNA 発現の有意な増加がみられた。また、両群及びジシクラニルのみ 26 週間投与した群において、肝臓 DNA 中の 8-ヒドロキシデオキシグアノシン (8-OHdG) 濃度が有意に増加した。*In vitro* のマウス肝ミクロソームから産生される活性酸素の測定では、ジシクラニルの存在下で活性酸素の有意な産生増加がみられた。(参照 14)

(3) マウスを用いた混餌投与による試験③

肝臓を部分切除した ICR マウス（雄 8 又は 10 匹/群）に、イニシエーションの目的で DEN を単回腹腔内投与し、その後ジシクラニルを 0 又は 1,500 ppm の濃度で含む飼料を 20 週間摂取させて、肝細胞腫瘍に関する酸化ストレス関連遺伝子を含む遺伝子の発

現が検討された。

DEN+ジシクラニル投与群において、肝細胞腫瘍（腺腫及びがん）の発生頻度が有意に増加した。肝細胞の遺伝子発現分析では、肝細胞腫瘍部において、*Cyp1a1* 及び *Txnrd1* 等の酸化ストレス関連遺伝子の発現が高かったが、酸化的 DNA 損傷修復遺伝子である *Ogg1* の明確な発現増加はみられず、アポトーシスを示唆するリガンド遺伝子である *Trail* の発現は有意に低下した。（参照 15）

（4）*gpt delta* マウスを用いた試験¹¹

gpt delta マウス（B6C3F1 系、雌雄各 10 匹/群）に、マウスを用いた発がん性試験で肝腫瘍がみられた用量のジシクラニルを 13 週間混餌投与（0 又は 1,500 ppm）し、ジシクラニルの発がん機序の検討を目的として、肝臓組織の *gpt* 及び *Spi* の変異とともにチオバルビツール酸反応性物質（TBARS）、8-OHdG、ブロモデオキシウリジン（BrdU）標識率が測定された。

投与群の雌雄において、脂質過酸化を示す TBARS 濃度は変化がなかったのに対し、DNA の酸化を示す 8-OHdG 濃度の有意な増加及び小葉中心性の肝細胞腫大がみられた。投与群の雌で、BrdU 標識率及び肝重量の有意な高値がみられたが、雄ではみられなかった。同様に、投与群の雌では *gpt* 変異率が有意に上昇し、GC:TA 転写バージョン変異が主であった。雄では *gpt* 変異率に変化はなく、*Spi* 変異率は雌雄で変化はみられなかった。

著者らによれば、この結果は、ジシクラニルの発がん性が雌に特異的にみられることと一致し、8-OHdG がアデニンの対合誤りによる GC:TA 転写バージョン変異を誘導することを考慮すると、高い増殖率と大量の 8-OHdG を有する細胞は、高率で変異を有する可能性があると考えられた。（参照 16）

（5）肝腫瘍の発現機序についての考察

上述のマウスを用いた混餌投与による試験[II. 11. (1)、(2)、(3)]の知見から、ジシクラニルは雄マウスに対してプロモーション活性を示すことが示唆された。*gpt delta* マウスを用いた試験[II. 11. (4)]では、雌雄ともに 8-OHdG 濃度の有意な増加、雌のみで *gpt* 変異率の上昇が認められた。これらの結果から、ジシクラニルの発がん機序の一つには、活性酸素を介した間接的な遺伝毒性に基づく機序の可能性が考えられたが、肝腫瘍の発現機序に対する明確な根拠は得られなかった。

食品安全委員会は、マウスを用いた 18 か月間発がん性試験[II. 6. (1)]において 500 ppm 投与群の雌において発がん性が認められたこと、肝腫瘍発現機序に対する明確な根拠が得られなかったこと及び遺伝毒性試験[II. 4.]に記載した *in vitro* 及び *in vivo* 試験結果が全て陰性であることから、ジシクラニルの発がん性は直接的な遺伝毒性に基づくものである可能性は極めて低いと判断した。

¹¹ 肝腫瘍の発現機序検討のための知見として用いた。

III. 国際機関等の評価

(1) JECFA の評価

JECFA は、2000 年に、イヌを用いた 12 か月間慢性毒性試験における血漿 Chol の上昇に基づく NOEL 0.71 mg/kg 体重/日に安全係数 100 を適用し、ADI を 0~7 µg/kg 体重/日¹²と設定している。(参照 3)

(2) EMA の評価

EMA は、1999 年に、イヌを用いた 12 か月間慢性毒性試験の NOEL 0.7 mg/kg 体重/日に安全係数 100 を適用し、ADI を 0.007 mg/kg 体重/日と設定している。(参照 4、5)

(3) 豪州政府の評価

豪州保健・高齢化省 (Department of Health and Aging) の化学物質安全局 (Office of Chemical Safety) は、2004 年に、ラットを用いた 24 か月間慢性毒性/発がん性併合試験における NOEL 0.2 mg/kg 体重/日に安全係数 100 を適用し、ADI を 0.002 mg/kg 体重/日と設定した。(参照 9)

その後、2005 年に、同局はイヌを用いた 12 か月間慢性毒性試験においてみられた血漿 Chol の増加は回復期間において可逆的であるが、イヌを用いた 90 日間亜急性毒性試験においても一貫してみられた所見であることから、この血漿 Chol の上昇に基づく NOEL 0.7 mg/kg 体重/日に安全係数 100 を適用し、ADI を 0.007 mg/kg 体重/日と設定している。(参照 12)

¹² JECFA 評価書 (参照 3) の原文では「mg」となっているが、JECFA database (参照 17) の記載では“0-0.007 mg/kg bw”となっていることから、「µg」の誤植と思われる。

IV. 食品健康影響評価

ラットを用いた経口投与による薬物動態試験の結果から、ジシクラニルの吸収率は少なくとも約 80%と考えられた。主に肝臓、腎臓及び血液に分布し、局所投与時には皮下脂肪に分布した。主な代謝物は MET-1U、MET-4U 及び MET-5U であった。経口投与時には、主に尿中から排泄された。

残留試験の結果から、ポアオン投与 56 日後の各組織からジシクラニル及び MET-4U が検出された。

各種毒性試験の結果から、ジシクラニルの投与による影響は、主に体重増加抑制、Chol 上昇及び肝臓への影響（肝細胞肥大、肝臓の絶対及び相対重量の増加）であった。

マウスを用いた 18 か月間慢性毒性/発がん性併合試験において、500 ppm 投与群の雌に発がん性が認められた。

各種遺伝毒性試験結果の証拠の重み付けを考慮すると、ジシクラニルの発がん性は直接的な遺伝毒性に基づくものではなく、閾値の設定は可能と判断した。

生殖発生毒性試験の結果から、親動物に体重増加抑制、胎児に骨化遅延等がみられたが、胎児への影響は親動物に影響がみられた用量以上でみられていた。催奇形性は認められなかった。

各種毒性試験の結果から、最も低い用量でみられた影響は、イヌを用いた 90 日間亜急性毒性試験における 100 ppm（雄で 2.7 mg/kg 体重/日、雌で 3.5 mg/kg 体重/日に相当）以上投与群でみられた Chol 及びリン脂質の増加であり、NOAEL は 20 ppm（雄で 0.61 mg/kg 体重/日、雌で 0.71 mg/kg 体重/日に相当）であった。一方、より長期の試験であるイヌを用いた 12 か月間慢性毒性試験において、150 ppm（雄で 4.4 mg/kg 体重/日、雌で 5.1 mg/kg 体重/日に相当）以上投与群の雄にのみ Chol の増加がみられ、NOAEL は、25 ppm（雄で 0.71 mg/kg 体重/日に相当）であった。両試験において共通にみられた Chol の増加に対する NOAEL としては、より長期の試験で得られた NOAEL の方が適切であると考え、ジシクラニルの NOAEL を 0.71 mg/kg 体重/日とすることが適切であると判断した。

ジシクラニルの ADI の設定に当たっては、この NOAEL に安全係数として 100 を適用し、0.0071 mg/kg 体重/日と設定することが適切であると考えられた。

以上から、ジシクラニルの食品健康影響評価については、ADI として次の値を採用することが適切と考えられる。

ジシクラニル 0.0071 mg/kg 体重/日

暴露量については、当該評価結果を踏まえ暫定基準値の見直しを行う際に確認することとする。

表 22 JECFA、EMEA、豪州政府及び食品安全委員会における各種試験の無毒性量等の比較

動物種	試験	投与量 (mg/kg 体重/日)	無毒性量 (mg/kg 体重/日)			
			JECFA	EMEA	豪州政府	食品安全委員会
マウス	18 か月間 慢性毒性/発 がん性	0、10、100、500、1,500 ppm (混餌投与、雄：0、 1.1、12、59、210、雌： 0、1.1、12、65、200)	1.1 肝臓への影響	1.1 肝臓への影響	1.1 肝細胞壊死、肝細胞 肥大及び嗅上皮の色 素沈着	雄：1.1、雌：12 肝細胞壊死及び色素沈着 (雄)、 体重増加抑制 (雌雄) 発がん性有 (雌、500 ppm)
ラット	28 日間 亜急性毒性	0、5、30、300、1,000 (経 皮投与)	—	5 脳重量の顕著な増 加 (雌)	/	—
	90 日間 亜急性毒性	0、5、25、125、500 ppm (混餌投与、雄：0、 0.31、1.6、8.0、33、雌： 0、0.31、1.7、8.4、34)	1.6 体重増加抑制 (雄)	1.6 体重増加抑制 (雄)	/	雄：1.6、雌：1.7 Glu の減少 (雌雄)、体重増加量 の減少 (雄)
	24 か月間 慢性毒性/発 がん性	0、5、25、125、500 ppm (混餌投与、雄：0、 0.19、0.97、4.8、22、雌： 0、0.23、1.2、6.0、26)	125 ppm 体重変化、肝腎及び膵臓の 病理組織学的変化 発がん性無	雄：1.0、雌：1.2 発がん性無	0.2 (1997 年) 嗅上皮の色素沈着 (雌雄)	雄：0.97、雌：1.2 体重増加量の減少 (雌雄) 発がん性無
	2 世代繁殖	0、5、30、200、500 ppm (混餌投与)	一般毒性：30 ppm 体重の変化 生殖毒性：500 ppm 児動物：200 ppm 体重増加量の減少	30 ppm	30 ppm 親動物の体重増加量 及び摂餌量の減少	一般毒性：2 体重増加抑制及び摂餌量減少 生殖毒性無 児動物：21 体重の低値

	発生毒性	0、1、5、25、75 (強制経口投与)	母動物：5 体重増加量の減少 発生毒性：25 胎児体重の減少、腎盂拡張の増加、軽度の骨化遅延による骨格異常の増加 催奇形性無	母動物：25 胎児：1 骨格異常の発現頻度の増加	／	母動物：5 体重増加抑制 胎児：25 催奇形性無
ウサギ	発生毒性	0、1、3、10、30 (強制経口投与)	母動物：3 体重増加量の減少 発生毒性：10 胎児体重の減少及び骨化遅延による骨格変異の増加	母動物：3 胎児：10 催奇形性無	／	母動物：3 体重増加抑制 胎児：10 胎児体重の低値及び骨化遅延 催奇形性無
イヌ	90日間 亜急性毒性	0、20、100、500、1,500 ppm (混餌投与、雄：0、0.61、2.7、14、42、雌：0、0.71、3.5、17、42)	0.61 血漿 Chol の増加、前立腺及び膀胱の病理組織学的所見 (雄)	—	／	雄：0.61、雌：0.71 Chol 及びリン脂質濃度増加 (雌雄)、前立腺組織の萎縮 (雄)、膀胱上皮過形成を伴う炎症性変化の増加 (雌)
	12か月間 慢性毒性	0、5、25、150、750 ppm (混餌投与、雄：0、0.16、0.71、4.4、23、雌：0、0.15、0.77、5.1、23)	0.71 血漿 Chol の増加 (雄)	雄：0.71、雌：0.77	0.71 血漿 Chol の変化 (雄)	雄：0.71、雌：5.1 血漿 Chol の増加 (雄)、一般状態の変化及び血液生化学的パラメーターの変動 (雌)
毒性学的 ADI (mg/kg 体重/日)			0~0.007 NOEL：0.71 SF：100	0.007 NOEL：0.7 SF：100	0.007 NOEL：0.7 SF：100	0.0071 NOAEL：0.71 SF：100
毒性学的 ADI 設定根拠資料			イヌ 12か月間慢性毒性試験	イヌ 12か月間慢性毒性試験	イヌ 12か月間慢性毒性試験	イヌ 12か月間慢性毒性試験
ADI (mg/kg 体重/日)			0~0.007	0.007	0.007	0.0071

／：国際機関等が評価に用いていない知見、—：無毒性量等の判断がなされていない知見

<別紙1：代謝物/分解物略称>

略称	化学名
MET-1U	<i>N</i> -(4,6-diamino-5-cyanopyrimidin-2-yl) propionamide
MET-3U	2-(4,6-diamino-5-cyanopyrimidin-2-ylamino)-3-hydroxypropionic acid
MET-4U	2,4,6-triaminopyrimidine-5-carbonitrile
MET-5U	3-(4,6-diamino-5-cyanopyrimidine-2-ylamino)propionic acid

<別紙2：検査値等略称>

略称等	名称
8-OHdG	8-ヒドロキシデオキシグアノシン
Ach	アセチルコリン
ADI	一日摂取許容量
Alb	アルブミン
ALP	アルカリホスファターゼ
Bil	ビリルビン
BrdU	ブロモデオキシウリジン
BUN	尿素窒素
Chol	コレステロール
C _{max}	最高濃度
Cre	クレアチニン
DEN	ジエチルニトロソアミン
DMN	ジメチルニトロソアミン
EMEA	欧州医薬品審査庁
GGT	γ-グルタミルトランスペプチダーゼ (γ-GTP)
Glu	グルコース (血糖)
Hb	ヘモグロビン量 (血色素量)
His	ヒスタミン
HPLC	高速液体クロマトグラフィー
Ht	ヘマトクリット値
JECFA	FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議
LC ₅₀	半数致死濃度
LD ₅₀	半数致死量
NOAEL	無毒性量
NOEL	無作用量
T _{1/2}	消失半減期
TBARS	チオバルビツール酸反応性物質
T.Bil	総ビリルビン
TG	トリグリセリド

TLC	薄層クロマトグラフィー
T _{max}	最高濃度到達時間

<参照>

1. 食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）の一部を改正する件（平成17年11月29日付け、厚生労働省告示第499号）
2. National Center for Biotechnology Information : PubChem CID 3081364
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3081364#section=Top>
3. JECFA: “Dicyclanil”, Toxicological evaluation of certain veterinary drug residues in food. WHO Food Additives Series, No. 45, 2000
4. EMEA: “DICYCLANIL”, Committee for Veterinary Medicinal Products, Summary Report (1) 1999
5. EMEA: “DICYCLANIL”, Committee for Veterinary Medicinal Products, Summary Report (2) 2000
6. EMEA: “DICYCLANIL (Modification of the MRL for fat)”, Committee for Veterinary Medicinal Products, Summary Report (3) 2000
7. ブラッド獣医学大辞典, 文永堂出版, 1998年
8. FAO: Residues of some veterinary drugs in foods and animals. Food Nutrition Paper, 41-13, 2000.
9. 豪州政府提出資料 : National Registration Authority for Agricultural & Veterinary Chemicals, Chemical Residues Section, Evaluation Report, 1998
10. FAO: Residues of some veterinary drugs in foods and animals. Food Nutrition Paper, 41-15, 2003.
11. Moto M, Sasaki YF, Okamura M, Fujita M, Kashida Y, Machida N, et al: Absence of *in vivo* genotoxicity and liver initiation activity of dicyclanil. The Journal of Toxicological sciences, 2003 Aug; 28(3): 173-179.
12. Australian Government Department of Health Office of Chemical Safety: ADI LIST, Acceptable Daily Intakes for Agricultural and Veterinary Chemicals, Current as of 30 June 2014
13. Jin M, Dewa Y, Kawai M, Nishimura J, Saegusa Y, Kemmochi S, et al: The threshold dose for liver tumor promoting effects of dicyclanil in ICR mice. The Journal of toxicological sciences, 2010 Feb; 35(1): 69-78.
14. Moto M, Umemura T, Okumura M, Muguruma M, Ito T, Jin M, et al: Possible involvement of oxidative stress in dicyclanil-induced hepatocarcinogenesis in mice. Archives of Toxicology, 2006; 80 (10): 694-702.
15. Moto M, Okamura M, Muguruma M, Ito T, Jin M, Kashida Y, et al: Gene expression analysis on the dicyclanil-induced hepatocellular tumors in mice. Toxicologic pathology. 2006; 34(6): 744-751.
16. Umemura T, Kuroiwa Y, Tasaki M, Okumura T, Ishii Y, Kodama Y, et al: Detection of oxidative DNA damage, cell proliferation and *in vivo* mutagenicity induced by dicyclanil, a non-genotoxic carcinogen, using *gpt* delta mice. Mutation Research, 2007; 633(1): 46-54.
17. Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

(JECFA) : DICYCLANIL

18. JECFA: Evaluations of certain veterinary drug residues in food. WHO Technical Report Series 918, 2003