

(案)

## 農薬評価書

# アバメクチン

2011年2月1日

食品安全委員会農薬専門調査会

目次

1	目次	頁
2		
3	○ 審議の経緯	4
4	○ 食品安全委員会委員名簿	4
5	○ 食品安全委員会農薬専門調査会専門委員名簿	5
6	○ 要約	7
7		
8	I. 評価対象農薬の概要	8
9	1. 用途	8
10	2. 有効成分の一般名	8
11	3. 化学名	8
12	4. 分子式	9
13	5. 分子量	9
14	6. 構造式	9
15	7. 開発の経緯	9
16		
17	II. 安全性に係る試験の概要	10
18	1. 動物体内運命試験（ラット）	10
19	(1) 吸収	10
20	(2) 分布	11
21	(3) 代謝	13
22	(4) 排泄	15
23	2. 植物体内運命試験	17
24	(1) トマト	17
25	(2) セルリー	18
26	(3) わた（葉面塗布）	19
27	(4) わた（植物体散布）	20
28	(5) かんきつ	21
29	3. 土壌中運命試験	22
30	(1) 好氣的土壌中運命試験	22
31	(2) 好氣的/嫌氣的湛水土壌中運命試験	22
32	(3) 土壌吸脱着試験①	23
33	(4) 土壌吸脱着試験②	23
34	4. 水中運命試験	24
35	(1) 加水分解試験	24
36	(2) 水中光分解試験（緩衝液）	24
37	(3) 水中光分解試験（自然水）	24
38	5. 土壌残留試験	25

1	6. 作物残留試験	25
2	7. 一般薬理試験	26
3	8. 急性毒性試験	26
4	(1) 急性毒性試験 (原体)	26
5	(2) 急性毒性試験 (アベルメクチン B1a、B1b 及び代謝物)	28
6	(3) 急性神経毒性試験 (ラット)	29
7	9. 眼・皮膚に対する刺激性及び皮膚感作性試験	29
8	10. 亜急性毒性試験	29
9	(1) 90 日間亜急性毒性試験 (ラット)	29
10	(2) 18 週間亜急性毒性試験 (イヌ)	30
11	(3) 85 日間亜急性毒性試験 (イヌ) <参考データ>	31
12	11. 慢性毒性試験及び発がん性試験	32
13	(1) 1 年間慢性毒性試験 (イヌ)	32
14	(2) 2 年間慢性毒性/発がん性併合試験 (ラット)	32
15	(3) 21 カ月間発がん性試験 (マウス)	33
16	12. 生殖発生毒性試験	34
17	(1) 2 世代繁殖試験 (ラット)	34
18	(2) 発生毒性試験 (ラット)	35
19	(3) 発生毒性試験 (ウサギ)	35
20	(4) 発達神経毒性試験 (ラット) ①	35
21	(5) 発達神経毒性試験 (ラット) ②	36
22	13. 遺伝毒性試験	36
23	14. その他の試験	37
24	(1) アバメクチン経口投与後の毒性の比較 (CF-1 マウス及び ICR マウス)	38
25	(2) アバメクチンに対する感受性と口蓋裂発生 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体)	39
26	(3) P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子型と口蓋裂発生 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体)	40
27	(4) P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子型と口蓋裂発生 (ICR マウス : 8, 9-Z 異性体)	42
28	(5) 動物体内運命試験 (CF-1 マウス : アバメクチン及び関連化合物)	42
29	(6) 胎児及び新生児における P-糖タンパク (ABCB1) の発現 (ラット)	43
30	(7) 乳汁中のアベルメクチン B1a 濃度測定試験 (ラット)	44
31	(8) 哺育児における血漿中濃度測定 (ラット)	45
32	(9) P-糖タンパク (ABCB1) の免疫組織化学的染色 (サル) ①	45
33	(10) P-糖タンパク (ABCB1) の免疫組織化学的染色 (サル) ②	46
34	(11) アベルメクチン類の強制経口毒性及び血中濃度測定試験 (サル)	46
35	(12) 発生毒性試験 (CF-1 マウス : アベルメクチン B1a) ①	47
36	(13) 発生毒性試験 (CF-1 マウス : アベルメクチン B1a) ②	48
37	(14) 妊娠動物毒性試験 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体) ①	48
38	(15) 妊娠動物毒性試験 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体) ②	49

1	(16) 発生毒性試験 (CF-1 マウス : 8,9-Z 異性体) ①	49
2	(17) 発生毒性試験 (CF-1 マウス : 8,9-Z 異性体) ②	50
3		
4	Ⅲ. 食品健康影響評価	52
5		
6	・別紙 1 : 代謝物/分解物略称	56
7	・別紙 2 : 検査値等略称	57
8	・別紙 3 : 作物残留試験成績	58
9	・別紙 4 : 推定摂取量	60
10	・参照	61
11		
12		

1 <審議の経緯>

- 2005年 11月 29日 残留農薬基準告示(参照1)
- 2007年 4月 9日 厚生労働大臣より残留基準(暫定基準)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0409004号)
- 2007年 4月 10日 関係書類の接受(参照2)
- 2007年 4月 12日 第186回食品安全委員会(要請事項説明)
- 2008年 4月 4日 農林水産省より厚生労働省へ農薬登録申請に係る連絡及び基準設定依頼(新規:なす、すいか等)
- 2008年 5月 7日 追加資料受理(参照3~50)
- 2009年 3月 10日 追加資料受理(参照51)
- 2009年 3月 13日 第29回農薬専門調査会総合評価第二部会
- 2010年 2月 18日 追加資料受理(参照52~53)
- 2010年 9月 22日 追加資料受理(参照54~73)
- 2010年 10月 1日 第3回農薬専門調査会評価第二部会
- 2010年 11月 29日 第4回農薬専門調査会評価第二部会

2

3 <食品安全委員会委員名簿>

(2011年1月6日まで)	(2011年1月7日から)
小泉直子(委員長)	小泉直子(委員長)
見上 彪(委員長代理*)	熊谷 進(委員長代理*)
長尾 拓	長尾 拓
野村一正	野村一正
畑江敬子	畑江敬子
廣瀬雅雄	廣瀬雅雄
村田容常	村田容常

\*: 2009年7月9日から

\*: 2011年1月13日から

4

5

1 <食品安全委員会農薬専門調査会専門委員名簿>

(2008年3月31日まで)

鈴木勝士 (座長)	佐々木有	根岸友恵
林 真 (座長代理)	代田眞理子***	平塚 明
赤池昭紀	高木篤也	藤本成明
石井康雄	玉井郁巳	細川正清
泉 啓介	田村廣人	松本清司
上路雅子	津田修治	柳井徳磨
臼井健二	津田洋幸	山崎浩史
江馬 眞	出川雅邦	山手丈至
大澤貫寿	長尾哲二	與語靖洋
太田敏博	中澤憲一	吉田 緑
大谷 浩	納屋聖人	若栗 忍
小澤正吾	成瀬一郎**	
小林裕子	西川秋佳*	
三枝順三	布柴達男	

\* : 2007年4月25日から

\*\* : 2007年6月30日まで

\*\*\* : 2007年7月1日から

(2010年3月31日まで)

鈴木勝士 (座長)	佐々木有	平塚 明
林 真 (座長代理)	代田眞理子	藤本成明
相磯成敏	高木篤也	細川正清
赤池昭紀	玉井郁巳	堀本政夫
石井康雄	田村廣人	松本清司
泉 啓介	津田修治	本間正充
今井田克己	津田洋幸	柳井徳磨
上路雅子	長尾哲二	山崎浩史
臼井健二	中澤憲一*	山手丈至
太田敏博	永田 清	與語靖洋
大谷 浩	納屋聖人	義澤克彦**
小澤正吾	西川秋佳	吉田 緑
川合是彰	布柴達男	若栗 忍
小林裕子	根岸友恵	
三枝順三***	根本信雄	

\* : 2009年1月19日まで

\*\* : 2009年4月10日から

\*\*\* : 2009年4月28日から

(2010年4月1日から)

納屋聖人 (座長)	代田眞理子	福井義浩
林 真 (座長代理)	高木篤也	藤本成明
相磯成敏	玉井郁巳	細川正清
赤池昭紀	田村廣人	堀本政夫
石井康雄	津田修治	本間正充
泉 啓介	津田洋幸	松本清司
上路雅子	長尾哲二	柳井徳磨
臼井健二	永田 清	山崎浩史
太田敏博	長野嘉介	山手丈至
小澤正吾	西川秋佳	與語靖洋
川合是彰	布柴達男	義澤克彦
川口博明	根岸友恵	吉田 緑
小林裕子	根本信雄	若栗 忍
三枝順三	八田稔久	
佐々木有	平塚 明	

1 要 約

2  
3 16 員環マクロライド骨格を有する殺虫剤である「アバメクチン」[CAS No.  
4 71751-41-2 (アベルメクチン B1a : CAS No.65195-55-3 及びアベルメクチン B1b :  
5 CAS No.65195-56-4 の混合物) ]について、各種試験成績等を用いて食品健康影響評  
6 価を実施した。

7 評価に用いた試験成績は、動物体内運命(ラット)、植物体内運命(トマト、セル  
8 リー、わた及びかんきつ)、作物残留、急性毒性(ラット、マウス及びウサギ)、亜  
9 急性毒性(ラット及び、イヌ)、慢性毒性(イヌ)、慢性毒性/発がん性併合(ラット)、  
10 発がん性(マウス)、2 世代繁殖(ラット)、発生毒性(ラット及びウサギ)及び遺  
11 伝毒性試験等の成績である。

12 試験結果から、アバメクチン投与による影響は主に眼及び一般症状(振戦等)に認  
13 められた。発がん性、繁殖能に対する影響及び遺伝毒性は認められなかった。

14 ウサギを用いた発生毒性試験において、口蓋裂、臍帯ヘルニア、前肢内反足、胸骨分  
15 節の異常、腰椎の異常及び骨化遅延が認められたが、これらの変化は母動物の摂餌量の  
16 減少及び顕著な体重増加抑制による二次的な影響であると考えられ、胎児に対する検体  
17 の直接作用によるものではないと判断した。

18 各試験で得られた無毒性量のうち最小値は、ラットを用いた 2 世代繁殖試験の 0.12  
19 mg/kg 体重/日であった。一方、ラットを用いた発達神経毒性試験②においては、無毒  
20 性量が得られず、最小毒性量は 0.12 mg/kg 体重/日であった。発達神経毒性①におい  
21 ては、0.12 mg/kg 体重/日で無毒性量が得られたこと、より長期の繁殖試験において  
22 も 0.12 mg/kg 体重/日で体重に影響は認められず、無毒性量が得られたことから、発  
23 達神経毒性試験②の最小毒性量 0.12 mg/kg 体重/日は無毒性量に近いものと考えられ  
24 た。また、当該試験の用量設定も考慮すれば、最小毒性量を用いたことによる追加の  
25 安全係数は 2 とすることが妥当と考えられた。

26 したがって、食品安全委員会農薬専門調査会は、ラットを用いた発達神経毒性試験  
27 ②の最小毒性量である 0.12 mg/kg 体重/日を根拠として、安全係数 200 で除した  
28 0.0006 mg/kg 体重/日を一日摂取許容量(ADI)と設定した。

29

1 I. 評価対象農薬の概要

2 1. 用途

3 殺虫剤

4

5 2. 有効成分の一般名

6 和名：アバメクチン（アベルメクチン B1a とアベルメクチン B1b の混合物）

7 英名：abamectin（ISO名）

8

9 3. 化学名

10

11 IUPAC

12 アベルメクチン B1a

13 和名：(10*E*,14*E*,16*E*,22*Z*)-(1*R*,4*S*,5'*S*,6*S*,6'*R*,8*R*,12*S*,13*S*,20*R*,21*R*,24*S*)-6'-  
14 [(*S*)-*sec*-ブチル]-21, 24-ジヒドロキシ-5', 11, 13, 22-テトラメチル-2-  
15 オキシ-3,7,19-トリオキサテトラシクロ[15.6.1.1<sup>4,8</sup>.0<sup>20,24</sup>]ペンタコサ-  
16 10,14,16,22-テトラエン-6-スピロ-2'-(5',6'-ジヒドロ-2'*H*ピラン)-12-  
17 イル=2,6-ジデオキシ-4-*O*-(2, 6-ジデオキシ-3-*O*-メチル- $\alpha$ -L-*arabino*-  
18 -ヘキソピラノシル)-3-*O*-メチル- $\alpha$ -L-*arabino* ヘキソピラノシド

19 英名：(10*E*,14*E*,16*E*,22*Z*)-(1*R*,4*S*,5'*S*,6*S*,6'*R*,8*R*,12*S*,13*S*,20*R*,21*R*,24*S*)-  
20 6'-[(*S*)-*sec*-butyl]-21,24-dihydroxy-5',11,13,22-tetramethyl-2-oxo-3,  
21 7,19-trioxatetracyclo[15.6.1.1<sup>4,8</sup>.0<sup>20,24</sup>]pentacosa-10,14,16,22-  
22 tetraene-6-spiro-2'-(5',6'-dihydro-2'*H*pyran)-12-yl 2,6-dideoxy-4-  
23 *O*-(2,6-dideoxy-3-*O*-methyl- $\alpha$ -L-*arabino*hexopyranosyl)-3-  
24 *O*-methyl- $\alpha$ -L-*arabino*hexopyranoside

25

26 アベルメクチン B1b

27 和名：(10*E*,14*E*,16*E*,22*Z*)-(1*R*,4*S*,5'*S*,6*S*,6'*R*,8*R*,12*S*,13*S*,20*R*,21*R*,24*S*)-  
28 21, 24-ジヒドロキシ-6'-イソプロピル-5',11,13,22-テトラメチル-2-  
29 オキシ-3,7,19-トリオキサテトラシクロ[15.6.1.1<sup>4,8</sup>.0<sup>20,24</sup>]ペンタコサ-  
30 10,14,16,22-テトラエン-6-スピロ-2'-(5',6'-ジヒドロ-2'*H*ピラン)-12-  
31 イル=2,6-ジデオキシ-4-*O*-(2, 6-ジデオキシ-3-*O*-メチル- $\alpha$ -L-*arabino*-  
32 -ヘキソピラノシル)-3-*O*-メチル- $\alpha$ -L-*arabino* -ヘキソピラノシド

33 英名：(10*E*,14*E*,16*E*,22*Z*)-(1*R*,4*S*,5'*S*,6*S*,6'*R*,8*R*,12*S*,13*S*,20*R*,21*R*,24*S*)-  
34 21,24-dihydroxy-6'-isopropyl-5',11,13,22-tetramethyl-2-oxo-3,7,  
35 19-trioxatetracyclo[15.6.1.1<sup>4,8</sup>.0<sup>20,24</sup>]pentacosa-10,14,16,22-  
36 tetraene-6-spiro-2'-(5',6'-dihydro-2'*H*pyran)-12-yl 2,6-dideoxy-  
37 4-*O*-(2,6-dideoxy-3-*O*-methyl- $\alpha$ -L-*arabino*hexopyranosyl)-3-  
38 *O*-methyl- $\alpha$ -L-*arabino*hexopyranoside

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

CAS(アバメクチン : No.71751-41-2)

和名 : アベルメクチン B<sub>1</sub>

英名 : avermectin B<sub>1</sub>

※CAS No. アベルメクチン B1a : 65195-55-3

アベルメクチン B1b : 65195-56-4

#### 4. 分子式

アベルメクチン B1a : C<sub>48</sub>H<sub>72</sub>O<sub>14</sub>

アベルメクチン B1b : C<sub>47</sub>H<sub>70</sub>O<sub>14</sub>

#### 5. 分子量

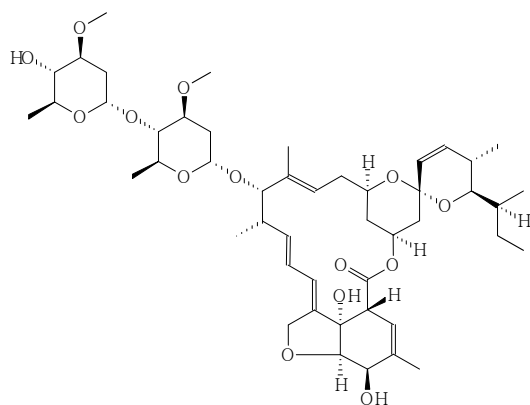
アベルメクチン B1a : 873.1

アベルメクチン B1b : 859.1

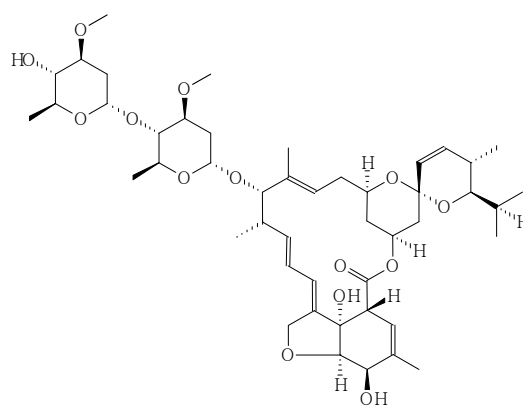
8  
9  
10

#### 6. 構造式

アベルメクチン B1a



アベルメクチン B1b



11  
12  
13

存在比は B1a ≥ 80%、B1b ≤ 20%

#### 7. 開発の経緯

15  
16  
17  
18  
19  
20

アバメクチンは、16員環マクロライド骨格を有する殺虫剤である。北里大学と米国メルク社の共同開発の中で、幅広い殺虫、殺ダニ、殺線虫活性を有するマクロライドアベルメクチン系の化合物が見いだされ、アバメクチンが開発された。マクロライドアベルメクチン系化合物は GABA (γ-アミノ酪酸) アゴニストとして働き、昆虫等の神経系の塩素イオンチャンネルに作用して神経シグナルを阻害し、最終的には死に至らしめる。【上路専門委員修文】

21  
22  
23  
24

アバメクチンは、海外では米国、カナダを始め 90 カ国以上で農薬として登録されている。また、動物用医薬品として、豪州においてウシやヒツジ等の家畜を対象とした内部寄生虫（線虫類等）及び外部寄生虫（ダニ類等）の駆除剤として使用されている。

25  
26  
27  
28

2008 年にシンジェンタジャパン株式会社より農薬取締法に基づく登録申請（新規：なす、すいか等）がなされている。また、ポジティブリスト制度導入に伴う暫定基準値が設定されている。

## 1 II. 安全性に係る試験の概要

アバメクチンはアベルメクチン B1a とアベルメクチン B1b の混合物であり、以下に「アバメクチン」と表した場合は、これらの混合物を指す。

各種運命試験（II.1～4）は、アベルメクチン B1a のアベルメクチン骨格の 23 位の炭素のみを  $^{14}\text{C}$  で標識したもの（以下、「[abe-23- $^{14}\text{C}$ ]B1a」という。）、アベルメクチン骨格の 3、7、11、13 あるいは 23 位のいずれか 1 カ所の炭素を  $^{14}\text{C}$  で標識したもの（以下、「[abe- $^{14}\text{C}$ ]B1a」という。）、C5 位の水素を  $^3\text{H}$  で標識したもの（以下、「 $^3\text{H}$ -B1a」という）及びアベルメクチン B1b のアベルメクチン骨格の 23 位の炭素のみを  $^{14}\text{C}$  で標識したもの（以下、「[abe-23- $^{14}\text{C}$ ]B1b」という。）を用いて実施された。放射能濃度及び代謝物濃度は特に断りがない場合はアバメクチンに換算した。代謝物/分解物及び原体混在物略称、検査値等略称は別紙 1 及び 2 に示されている。

### 1. 動物体内運命試験（ラット）

#### (1) 吸収

##### ① 血中濃度推移

Wistar ラット（一群雌雄各 4 匹）に、[abe-23- $^{14}\text{C}$ ]B1a 又は [abe-23- $^{14}\text{C}$ ]B1b を 0.5 mg/kg 体重（以下、[1.]において「低用量」という）又は 5 mg/kg 体重（以下、[1.]において「高用量」という）で単回経口投与<sup>1</sup>し、血中濃度推移が検討された。

血中放射能濃度推移は表 1 に示されている。

標識位置、投与量、性別にかかわらず投与 4～8 時間後までに  $C_{\max}$  に達した。 $T_{1/2}$  は [abe-23- $^{14}\text{C}$ ]B1b より [abe-23- $^{14}\text{C}$ ]B1a で、また雄より雌でやや長くなる傾向が認められた。

また、Wistar ラット（一群雌 4 匹）に、[abe-23- $^{14}\text{C}$ ]B1a を低用量で反復経口投与（1 日 1 回、連続 14 日間投与）した際の血中濃度推移についても検討された。血中濃度は投与開始 3 日後からほぼ一定（約 0.045  $\mu\text{g/g}$ ）となり、投与終了後は急速に減少し、投与終了から 1 日後には 0.02  $\mu\text{g/g}$  以下となった。

(参照 4～6)

<sup>1</sup> 代謝試験の溶媒は、アベルメクチン B1a についてはポリエチレングリコール 200/エタノールが 3/2(v/v)になる溶媒、また、アベルメクチン B1b についてはポリエチレングリコール 200/エタノールが 4/2(v/v)になる溶媒を用いた。

1 表 1 血中放射能濃度推移 (単回経口投与)

標識体 投与量 (mg/kg 体重)	[abe-23- <sup>14</sup> C]B1a				[abe-23- <sup>14</sup> C]B1b			
	0.5		5		0.5		5	
性別	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
T <sub>max</sub> (時間)	4	8	8	8	8	4	4	8
C <sub>max</sub> (μg/g)	0.057	0.049	0.62	0.52	0.044	0.048	0.49	0.42
T <sub>1/2</sub> (時間)	19	24	26	35	9	13	14	21

2 放射能濃度は、それぞれアベルメクチン B1a 又は B1b 換算濃度

3  
4 ② 吸収率

5 胆汁中排泄試験[1. (4)④]より得られた尿(ケージ洗浄液を含む)中及び胆汁中  
6 排泄率並びにカーカス<sup>2</sup>残留率の合計から算出された見かけの吸収率は、雄及び雌  
7 でそれぞれ 11.7 及び 23.0%であった。一方、吸収されたアベルメクチン B1a は  
8 胆汁を経由せずに消化管に排泄及び糞中に排泄されることが確認されたこと、静  
9 脈内投与時の T<sub>max</sub> 時点での組織中放射能が経口投与後とほぼ同じであることか  
10 ら、経口投与後に急速に吸収されることが示唆され、アベルメクチン B1a は消化  
11 管からほぼ完全に吸収されると推測された。(参照 4)

12  
13 (2) 分布

## 14 ① 単回経口投与

15 Wistar ラット(一群雌雄各 12 匹)に、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を低用量又は高用量  
16 で単回経口投与し、体内分布試験が実施された。

17 主要組織中の残留放射能濃度は、表 2 に示されている。

18 投与量及び性別にかかわらず T<sub>max</sub> 付近では副腎、肝臓、膵臓及び脂肪で放射  
19 能濃度が高く、投与 72 時間後には脂肪及び副腎の放射能濃度が高かった。

20 血中濃度推移検討試験[1. (1)②]の単回投与群において、投与 7 日後の主要組  
21 織中の残留放射能濃度を測定したところ、低用量群では、脂肪(0.065~0.164  
22 μg/g)、膵臓(0.007~0.033 μg/g)及び副腎(0.006~0.012 μg/g)で、高用量  
23 群でも、脂肪(0.95~1.56 μg/g)、膵臓(0.061~0.309 μg/g)及び副腎(0.066  
24 ~0.160 μg/g)で、放射能濃度が高かった。(参照 4、5)

25  
26 表 2 主要組織中の残留放射能濃度(μg/g)

投与量	性別	T <sub>max</sub> 付近 <sup>1)</sup>	投与 72 時間後
0.5 mg/kg 体重	雄	副腎(1.05)、肝臓(0.879)、脂肪(0.777)、 膵臓(0.677)、腎臓(0.566)、甲状腺 (0.472)、心臓(0.437)、脾臓(0.363)、肺 (0.302)、骨格筋(0.253)、胸腺(0.248)、 血漿(0.124)、血液(0.075)	脂肪(0.114)、副腎(0.025)、甲状腺 (0.024)、肝臓(0.021)、膵臓(0.019)、 腎臓(0.018)、心臓(0.010)、胸腺 (0.010)、肺(0.009)、血漿(0.009)、 血液(0.002)

<sup>2</sup> 組織・臓器を取り除いた残渣のことをカーカスという(以下、同じ)

投与量	性別	T <sub>max</sub> 付近 <sup>1)</sup>	投与 72 時間後
5 mg/kg 体重	雌	副腎(1.05)、膵臓(0.854)、肝臓(0.850)、脂肪(0.730)、腎臓(0.534)、甲状腺(0.479)、心臓(0.447)、脾臓(0.416)、胸腺(0.325)、肺(0.319)、卵巣(0.318)、骨格筋(0.247)、子宮(0.160)、血漿(0.089)、血液(0.055)	脂肪(0.395)、副腎(0.118)、肝臓(0.088)、膵臓(0.079)、甲状腺(0.058)、腎臓(0.056)、卵巣(0.055)、脾臓(0.046)、心臓(0.045)、肺(0.039)、胸腺(0.036)、骨格筋(0.024)、子宮(0.024)、骨(0.010)、血液(0.005)、血漿(0.002)
	雄	副腎(10.3)、肝臓(9.42)、脂肪(9.40)、膵臓(6.29)、甲状腺(4.98)、腎臓(4.96)、心臓(4.37)、リンパ節(4.22)、肺(3.62)、脾臓(3.29)、骨格筋(2.75)、胸腺(2.30)、骨(1.16)、血漿(1.02)、血液(0.63)	脂肪(1.58)、副腎(0.330)、リンパ節(0.286)、肝臓(0.264)、膵臓(0.232)、腎臓(0.196)、甲状腺(0.152)、心臓(0.130)、脾臓(0.103)、肺(0.097)、胸腺(0.088)、骨格筋(0.088)、精巣(0.046)、骨(0.041)、血漿(0.031)、血液(0.021)
	雌	副腎(10.9)、肝臓(10.6)、脂肪(9.27)、膵臓(7.59)、腎臓(5.30)、甲状腺(5.16)、心臓(4.92)、リンパ節(4.86)、卵巣(4.39)、脾臓(4.28)、肺(3.60)、胸腺(3.31)、骨格筋(2.51)、子宮(1.89)、血漿(1.01)、血液(0.62)	脂肪(5.25)、副腎(1.37)、肝臓(1.15)、膵臓(1.12)、リンパ節(0.836)、卵巣(0.759)、腎臓(0.689)、甲状腺(0.681)、心臓(0.596)、胸腺(0.514)、脾臓(0.466)、肺(0.453)、骨格筋(0.333)、子宮(0.269)、骨(0.131)、血漿(0.108)、血液(0.067)

注) 1) T<sub>max</sub> 付近：低用量群は投与 6 時間後、高用量群は投与 8 時間後

## ② 反復経口投与

Wistar ラット（一群雌 4 匹）に、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を低用量で反復経口投与（1 日 1 回、連続 14 日間投与）し、体内分布試験が実施された。

主要組織中の残留放射能濃度は、表 3 に示されている。

投与開始 14 日後の放射能分布は、低用量単回投与時と類似していたが、2～4 倍高い濃度であった。（参照 6）

表 3 主要組織中の残留放射能濃度 (μg/g)

投与開始 1 日後	投与開始 14 日後	投与終了 7 日後
脂肪(1.24)、副腎(0.40)、肝臓(0.35)、膵臓(0.32)、腎臓(0.22)、甲状腺(0.21)、心臓(0.18)、脾臓(0.17)、卵巣(0.17)、肺(0.13)、胸腺(0.13)、筋肉(0.11)、子宮(0.07)、血漿(0.04)、血液(0.025)	脂肪(2.64)、副腎(0.78)、膵臓(0.66)、肝臓(0.63)、甲状腺(0.60)、心臓(0.33)、腎臓(0.42)、脾臓(0.31)、卵巣(0.31)、胸腺(0.26)、肺(0.24)、筋肉(0.18)、子宮(0.12)、血漿(0.07)、血液(0.043)	脂肪(0.473)、膵臓(0.044)、甲状腺(0.038)、副腎(0.037)、肝臓(0.024)、卵巣(0.023)、脾臓(0.014)、腎臓(0.013)、胸腺(0.012)、肺(0.010)、心臓(0.008)、骨(0.006)、筋肉(0.006)、子宮(0.004)、血漿(0.001)、血液(0.0014)

### ③ 単回静脈内投与

Wistar ラット（一群雄 1 匹）に、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を低用量で単回静脈内投与し、体内分布試験が実施された。

主要組織中の残留放射能濃度は、表 4 に示されている。

投与 6 及び 24 時間後の放射能濃度は、経口投与と同様であり、経口投与後の吸収が速やかであることが示唆された。（参照 4）

表 4 主要組織中の残留放射能濃度 (µg/g)

投与 6 時間後	投与 24 時間後
大腸*(3.03)、盲腸*(2.84)、小腸*(1.82)、皮下脂肪(0.96)、腹腔内脂肪(0.89)、ハーダー腺(0.82)、肝臓(0.68)、膵臓(0.51)、唾液腺(0.49)、心臓(0.40)、腎臓(0.39)、胃(0.38)、脾臓(0.32)、骨髄(0.24)、胸腺(0.24)、筋肉(0.23)、肺(0.23)、血液(0.07)	大腸*(4.37)、盲腸*(2.11)、小腸*(1.08)、ハーダー腺(0.85)、腹腔内脂肪(0.81)、皮下脂肪(0.72)、肝臓(0.34)、腎臓(0.30)、膵臓(0.28)、唾液腺(0.25)、脾臓(0.23)、胃(0.23)、心臓(0.21)、骨髄(0.15)、胸腺(0.14)、肺(0.13)、筋肉(0.12)、血液(0.04)

注) ラジオルミノグラフィーによって測定した

\*: 内容物を含む

### (3) 代謝

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a 及び[abe-23-<sup>14</sup>C]B1b の単回経口投与による排泄試験[1. (4) ①]で得られた投与後 168 時間の尿及び糞、胆汁中排泄試験[1. (4) ④]で得られた投与後 48 時間の尿、糞及び胆汁、体内分布試験[1. (2) ①]で得られた高用量群の投与 8~72 時間後の脂肪及び筋肉を試料として、代謝物同定・定量試験が実施された。

尿、糞、胆汁、脂肪及び筋肉における代謝物は表 5 に示されている。

尿、糞及び胆汁中の代謝物パターンに、雌雄、投与量による差は認められなかった。また、アベルメクチン B1a と B1b の代謝パターンも同じであると考えられた。

また、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a の反復経口投与による排泄試験[1. (4) ②]の投与開始 20 日後までの尿及び糞を試料とした代謝物同定・定量試験が実施された。

尿中には 10 種類、糞中には 8 種類以上の成分が存在した。糞中では親化合物が一日投与量の約 40%存在したが、尿中には親化合物は存在しなかった。その他、同定された代謝物はなかった。

ラットにおけるアベルメクチン B1a 及び B1b の主要代謝経路は、脱メチル化、水酸化、オレアンドロシル環の開裂及び酸化反応を経て進行するものと考えられた。（参照 5~7）

1 表5 尿、糞、胆汁、脂肪及び筋肉における代謝物（単回経口投与、%TAR）

標識体	投与量 <sup>1)</sup>	性別	試料	親化合物 <sup>2)</sup>	代謝物
[abe-23- <sup>14</sup> C]B1a	0.5	雄	尿	—	[i](0.39)、[j](0.27)、[g](0.11)、[k](0.09)、[n](0.08)、[m](0.01)
			糞	27.3	[h](19.3)、[j](12.5)、[i](7.5)、[k](6.6)、[g](5.7)、[n](1.7)、[m](1.6)、[l](0.99)
		雌	尿	—	[i](0.17)、[g](0.09)、[j](0.06)、[n](0.05)、[k](0.02)、[m](<0.01)
			糞	44.9	[h](23.1)、[g](4.8)、[i](4.6)、[j](4.2)、[k](2.2)、[m](0.8)、[l](0.5)、[n](0.5)
	5	雄	尿	—	[i](0.41)、[j](0.37)、[k](0.17)、[g](0.15)、[n](0.12)、[m](0.01)
			糞	24.9	[h](21.8)、[j](13.4)、[i](7.6)、[g](4.2)、[m](1.2)、[l](0.95)
		雌	尿	—	[i](0.31)、[j](0.15)、[g](0.11)、[n](0.10)、[k](0.06)、[m](0.01)
			糞	28.1	[h](27.0)、[j](9.1)、[k](5.8)、[i](4.8)、[g](2.8)、[m](1.3)、[n](1.2)、[l](1.0)
[abe-23- <sup>14</sup> C]B1b	0.5	雄	尿	—	[g](2.6)、[j](0.49)、9種類の未同定成分（それぞれ0.02～0.51）
			糞	14.1	[j](27.9)、[g](21.3)、[h](9.5)、16種類の未同定成分（それぞれ0.2～3.0）
		雌	尿	—	[g](2.58)、[j](0.28)、9種類の未同定成分（それぞれ0.01～0.13）
			糞	16.2	[j](21.2)、[g](18.7)、[h](14.2)、16種類の未同定成分（それぞれ0.3～2.7）
	5	雄	尿	—	[g](2.24)、[j](0.70)、8種類の未同定成分（それぞれ0.04～0.39）
			糞	9.2	[j](32.3)、[g](13.6)、[h](6.8)、16種類の未同定成分（それぞれ0.2～5.2）
		雌	尿	—	[g](2.57)、[j](0.23)、8種類の未同定成分（それぞれ0.02～0.37）
			糞	17.4	[j](21.0)、[g](20.6)、[h](14.1)、16種類の未同定成分（それぞれ0.3～2.9）
[abe-23- <sup>14</sup> C]B1a	0.5	雄	尿	0.07 <sup>3)</sup>	[j](0.37)、[k](0.14)、[i](0.06)、[h](0.05) <sup>3)</sup> 、[g](0.02)、[m](0.01)、[n](0.01)
			糞	57.2	[h](2.2)、[i](0.71)、[j](0.66)、[g](0.49)、[k](0.22)、[n](0.13)、[l](0.06)、[m](0.06)
			胆汁	0.12	[k](1.20)、[j](0.78)、[h](0.38)、[m](0.20)、[i](0.08)
		雌	尿	0.06 <sup>3)</sup>	[j](0.11)、[k](0.04)、[i](0.03)、[g](0.01)、[h](0.01) <sup>2)</sup> 、[m](0.01)、[n](0.01)
			糞	22.9	[h](1.07)、[i](0.16)、[j](0.16)、[g](0.12)、[k](0.11)、[m](0.05)、[n](0.05)、[l](0.04)

			胆汁	0.17	[k](0.56)、[j](0.38)、[h](0.27)、[m](0.15)、 [i](0.03)
[abe-23- <sup>14</sup> C] ]B1a	5	雄 + 雌	脂肪 <sup>4)</sup>	91.6	[h](1.7)、[g](0.55)、[i](0.54)、[m](0.33)
			筋肉 <sup>4)</sup>	71.8	[h](19.2)、[i](3.2)、[g](1.6)、[m](0.57)

1 - : 検出されず

2 1) mg/kg 体重

3 2) アベルメクチン B1a 又は B1b

4 3) 糞由来の親化合物又は[h]が混入したと考えられる。

5 4) 組織中総残留放射能 (TRR) に対する割合(%)

#### 7 (4) 排泄

##### 8 ① 尿及び糞中排泄 (単回経口投与)

9 Wistar ラット (一群雌雄各 4 匹) に、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a 又は [abe-23-<sup>14</sup>C]B1b  
10 を低用量又は高用量で単回経口投与し、排泄試験が実施された。

11 投与後 48 及び 168 時間の尿及び糞中排泄率は、表 6 に示されている。

12 標識位置、投与量及び性別にかかわらず、投与後 168 時間で総投与放射能 (TAR)  
13 の 93% 以上が尿及び糞中に排泄された。主要排泄経路は糞中であり、88.7 ~  
14 95.1% TAR が糞中に排泄された。(参照 4、5) (抄録 m-10~18、31~36 頁)

15 表 6 尿及び糞中排泄率 (単回経口投与、%TAR)

化合物	[abe-23- <sup>14</sup> C]B1a							
	0.5 mg/kg 体重				5 mg/kg 体重			
性別	雄		雌		雄		雌	
試料	尿	糞	尿	糞	尿	糞	尿	糞
48 時間	0.97	79.7	0.37	68.2	1.27	72.7	0.74	46.7
168 時間	1.37	92.8	0.72	93.9	1.88	94.5	1.22	95.1
化合物	[abe-23- <sup>14</sup> C]B1b							
投与量	0.5 mg/kg 体重				5 mg/kg 体重			
性別	雄		雌		雄		雌	
試料	尿	糞	尿	糞	尿	糞	尿	糞
48 時間	4.57	89.5	3.59	78.6	4.11	84.6	3.15	66.7
168 時間	4.86	93.2	3.91	90.8	4.34	88.7	4.09	92.5

17 注) 投与後 168 時間の尿サンプルにはケージ洗浄液を含む。

##### 18 ② 尿及び糞中排泄 (反復経口投与)

19 Wistar ラット (一群雌 4 匹) に、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を低用量で反復経口投与 (1  
20 日 1 回連続 14 日間投与) し、排泄試験が実施された。

21 投与開始後 1~14 日及び投与終了後 1~6 日 (投与開始後 15~20 日) の尿及び  
22 糞中排泄率は、表 7 に示されている。  
23

1 投与終了 6 日後までには、尿及び糞中に 97.2%TAR が排泄された。主要排泄経  
2 路は糞中であり、尿からの排泄は 1%TAR 未満であった。

3 (参照 6)

4  
5 表 7 尿及び糞中排泄率（反復経口投与、%TAR）

標識体、投与量	[abe-23- <sup>14</sup> C]B1a、0.5 mg/kg 体重/日	
試料	尿	糞
投与開始後 1～14 日	0.72	90.2
投与終了後 1～6 日	0.07	6.2
合計	0.79	96.4

6 注)投与終了後 1～6 日の尿試料にはケージ洗浄液を含む。

7  
8 ③ 尿及び糞中排泄（単回静脈内投与）

9 Wistar ラット（一群雄 4 匹）に、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を低用量で単回静脈内投与  
10 し、排泄試験が実施された。

11 投与後 6 及び 24 時間の尿及び糞中排泄率は、表 8 に示されている。主要排泄経  
12 路は糞中であった。（参照 4）

13  
14 表 8 投与後 6 及び 24 時間の尿及び糞中排泄率（単回静脈内投与、%TAR）

標識体、投与量	[abe-23- <sup>14</sup> C]B1a、0.5 mg/kg 体重	
試料	尿	糞
6 時間	0.12	0.01
24 時間	0.73	33.7

15  
16 ④ 胆汁中排泄

17 胆管カニューレを挿入した Wistar ラット（一群雌雄各 6 匹）に、  
18 [abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を低用量で単回経口投与し、胆汁中排泄試験が実施された。

19 投与後 48 時間の尿、糞、胆汁中排泄率及びカーカス残留率は、表 9 に示されて  
20 いる。

21 胆汁中排泄率が雄及び雌でそれぞれ 4.39 及び 2.94%TAR と低いにも関わらず、  
22 糞中に 90%以上が排泄されたことから、胆汁を経由しない消化管中への排泄、す  
23 なわち吸収された検体が血液により消化管へ運ばれ、膜輸送タンパクである P-  
24 糖タンパク（ABCB1）によりエネルギー依存的に排泄される経路が示唆され、主  
25 要排泄経路であると考えられた。（参照 4）

1 表 9 投与後 48 時間の尿、糞、胆汁中排泄率及びカーカス残留率 (%TAR)

標識体、投与量	[abe-23- <sup>14</sup> C]B1a、0.5 mg/kg 体重/日							
性別	雄				雌			
試料	尿	糞	胆汁	カーカス	尿	糞	胆汁	カーカス
48 時間	1.01*	66.0	4.39	6.31	0.70*	26.4	2.94	19.3

2 注) \* : ケージ洗浄液を含む

3  
4 **2. 植物体内運命試験**5 **(1) トマト**6 温室栽培のトマト (品種 : Marmande) に、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を 25.4~27.1 g  
7 ai/ha の用量で、第 3 花序開花期から 7 日間隔で 5 回散布 (標準処理区 : 総散布  
8 量 132 g ai/ha) 、あるいは 275~286 g ai/ha の用量で、第 3 花序開花期から 14  
9 日間隔で 3 回散布 (過剰処理区 : 総散布量 842 g ai/ha) し、植物体内運命試験が  
10 実施された。11 両処理区とも、最終散布 (標準処理区では 5 回目、過剰処理区では 3 回目) 1、  
12 3、7、14 及び 28 日後に採取した葉及び果実を試料とした。標準処理区では 3 回  
13 目散布 1 時間後にも葉及び果実を採取した。

14 トマト試料中主放射能分布は表 10 に示されている。

15 果実表面洗浄液中の放射能は、最終散布 1 時間後には果実全体の 84.5~  
16 90.8%TRR 存在したが、最終散布 28 日後には 76.6~85.8%TRR となった。17 両処理区で、いずれの試料中も親化合物及び代謝物[b] (アベルメクチン B1a  
18 の 8,9-Z 異性体) を含む画分が主要成分であった。標準処理区では、最終散布 1  
19 時間後の果実及び葉において、この画分がそれぞれ 68.7 及び 75.2%TRR (0.14  
20 及び 2.64 mg/kg) 存在したが、最終散布 28 日後にはそれぞれ 51.4 及び 33.6%TRR  
21 (0.07 及び 2.16 mg/kg) となった。過剰処理区では、最終散布 1 時間後の果実  
22 及び葉の画分は、それぞれ 83.1 及び 84.4%TRR (1.29 及び 26.1 mg/kg) 存在し  
23 したが、最終散布 28 日後にはそれぞれ 72.6 及び 50.5%TRR (0.42 及び 37.5 mg/kg)  
24 となった。25 両処理区の果実及び葉で、代謝物[c]、[d]、[h]及び[o]が同定された。最終散布  
26 28 日後の標準処理区において、代謝物[c]、[d]、[h]及び[o]は、果実中にはそれぞ  
27 れ 5.5、2.0、0.7 及び 1.0%TRR、葉中にはそれぞれ 4.9、2.8、1.2 及び 2.1%TRR  
28 であった。葉では、10%TRR を超える成分が 2 種類 (それぞれ 20.5 及び  
29 14.8%TRR) 存在したが、同定されなかった。30 最終散布 28 日後の過剰処理区の果実及び葉においても、代謝物[c]、[d]、[h]  
31 及び[o]は、いずれも 4%TRR 未満であった。葉では、10.3%TRR を占める成分が  
32 存在したが、同定されなかった。(参照 8)

33

1 表 10 トマト試料中主放射能分布 (mg/kg)

処理区：総散布量	標準処理区：132 g ai/ha				過剰処理区：842 g ai/ha			
試料	果実			葉 (mg/kg)	果実			葉 (mg/kg)
	全体 (mg/kg)	表面 (%TRR)	内部 (%TRR)		全体 (mg/kg)	表面 (%TRR)	内部 (%TRR)	
3 回目散布 1 時間後	0.314	95.3	5.7	3.87				
最終散布 1 時間後	0.205	84.5	14.5	3.50	1.56	90.8	9.2	31.0
7 日後	0.195	81.0	18.4	6.59	1.72	93.7	6.3	23.8
28 日後	0.127	76.6	21.1	6.42	0.57	85.8	14.3	74.2

2 注) 残留放射能濃度はアベルメクチン B1a 換算濃度

3 果実表面：表面洗浄液中の放射能 (%TRR)

4 果実内部：洗浄後の果実における抽出性+非抽出性放射能 (%TRR)

5 斜線：試料採取せず

6

## 7 (2) セルリー

8 セルリー (品種不明、移植時草丈約 15 cm) に、 $^3\text{H}$ -B1a 又は $[\text{abe-}^{14}\text{C}]$ B1a を、  
9 移植 3 週間後から 7 日間隔で 4 回 (未成熟区)、あるいは移植 5 週間後から 7 日  
10 間隔で 10 回 (成熟区) 散布し、植物体内運命試験が実施された。

11 散布量、処理時期及び試料採取時期は表 11 に示されている。それぞれの採取  
12 時期に採取した茎及び葉を試料とした。

13

14 表 11 散布量、処理時期及び試料採取時期

処理区及び処理時期	標識体、処理量	試料採取時期
未成熟区： 移植 3 週間後から 4 回	$^3\text{H}$ -B1a : 11 g ai/ha	最終処理直後、
	$^3\text{H}$ -B1a : 112 g ai/ha	最終処理 7、14、29、43 日後
	$[\text{abe-}^{14}\text{C}]$ B1a : 17 g ai/ha	最終処理直後、14 日後
成熟区： 移植 5 週間後から 10 回	$^3\text{H}$ -B1a : 11 g ai/ha	最終処理直後、
	$^3\text{H}$ -B1a : 112 g ai/ha	最終処理 1、3、7、15、22 日後
	$[\text{abe-}^{14}\text{C}]$ B1a : 17 g ai/ha	最終処理直後、7 日後

15

16 セルリー試料中放射能分布は表 12 に示されている。

17 いずれの試料中も、放射能は総処理放射能 (TAR) の 4%未満と低かった。こ  
18 れは、他の植物を用いた植物体内運命試験においても同様の傾向が認められ、散  
19 布したアベルメクチン B1a が急速に代謝を受け、生成した揮発性成分が消失した  
20 ためと考えられた。いずれの処理区でも、葉及び茎試料中の放射能は経時的に減  
21 少した。

22 各試料中には親化合物及び代謝物[b]が存在した。

23 未成熟区では、親化合物が処理直後の葉で 63.4~72.4%TRR、茎で 53.1~  
24 76.8%TRR 存在したが、処理 14 日後の葉及び茎ではそれぞれ 11.0~17.5 及び

21.7～30.5%TRR と減少した。代謝物[b]は、処理直後の葉及び茎で、それぞれ 5.1～10.5 及び 0.7～10.9%TRR、処理 14 日後の葉及び茎で、それぞれ 3.1～3.8 及び 3.7～4.6%TRR であった。処理 14 日後の葉及び茎では、それぞれ 34.1～43.3 及び 27.4～37.8%TRR の放射能が、極性画分に存在した。

成熟区では、親化合物が処理直後の葉及び茎で 10.8～28.4 及び 23.9～48.2%TRR 存在したが、処理 7 日後の葉及び茎ではそれぞれ 5.7～9.5 及び 11.5～35.8%TRR であった。処理 7 日後の葉及び茎では、それぞれ 40.9～45.4 及び 25.5～44.7%TRR の放射能が極性画分に存在した。未成熟区と同様、茎より葉で極性画分の存在比が多いのは、葉における光暴露量が多いため、アベルメクチン B1a が光分解されたことによるものと考えられた。成熟区においては、代謝物[b]は処理直後の葉及び茎でそれぞれ 2.8～3.8 及び 2.3～5.4%TRR、処理 7 日後の葉及び茎でそれぞれ 1.2～1.8 及び 2.3～4.4%TRR であった。

成熟処理区の  $^3\text{H-B1a}$  : 112 g ai/ha 処理区で、茎及び葉の極性画分をさらに分析した結果、代謝物[d]及び未同定成分の少なくとも 6 種類が存在したが、[d]は 10%TRR 以下であった。(参照 9)

表 12 セルリー試料中放射能分布 (mg/kg)

処理区	未成熟区					
標識体	$^3\text{H-B1a}$				[abe- $^{14}\text{C}$ ]B1a	
処理量	11 g ai/ha		112 g ai/ha		17 g ai/ha	
試料	葉	茎	葉	茎	葉	茎
最終処理直後	2.74(1.3)	0.55(0.3)	26.8(1.4)	6.44(0.3)	9.57(1.7)	1.15(0.2)
14 日後	0.20(0.4)	0.06(0.1)	2.69(0.3)	0.85(0.1)	0.52(0.5)	0.14(0.1)
43 日後	0.01(0.2)	0.004(0.1)	0.10(0.2)	0.02(0.1)		
処理区	成熟区					
標識体	$^3\text{H-B1a}$				[abe- $^{14}\text{C}$ ]B1a	
処理量	11 g ai/ha		112 g ai/ha		17 g ai/ha	
試料	葉	茎	葉	茎	葉	茎
最終処理直後	0.20(1.9)	0.03(0.6)	2.14(2.6)	0.40(1.0)	0.51(0.4)	0.037(0.6)
7 日後	0.096(1.6)	0.008(0.3)	1.13(1.4)	0.24(0.7)	0.20(1.5)	0.020(0.3)
22 日後	0.045(0.8)	0.005(0.2)	0.46(0.7)	0.05(0.2)		

注：残留放射能濃度はアベルメクチン B1a 換算濃度

( ) 内は%TRR 斜線：試料採取せず

### (3) わた (葉面塗布)

わた (品種 : Deltapin213) に、[abe- $^{14}\text{C}$ ]B1a を 100  $\mu\text{g}$ /葉の処理量で葉面塗布し、塗布直後、1/4、1、2、4 及び 8 日後に採取した葉を試料として、植物体内運命試験が実施された。

わたの葉における放射能分布は表 13 に示されている。

1  
2

表 13 わたの葉における放射能分布 (%TAR)

試料	表面洗浄液		抽出液		非抽出性放射能
	全放射能	親化合物	全放射能	親化合物	
処理直後	99.7	99.2/99.4	0.6	0.4/0.6	0.1
1 日後	82.7	36.4/41.0	8.6	4.6/5.7	6.3
8 日後	19.3	1.0/1.7	15.9	2.6/3.0	23.1

3  
4  
5

注) 親化合物: アベルメクチン B1a

親化合物は分析方法の異なる 2 種類の値があるため、その両方を/で区切って示した。

6  
7  
8  
9

表面洗浄液及び抽出液中では、表 13 に示されている親化合物の他、代謝物[b]が存在した。[b]は、表面洗浄液中では処理 1/4 日後に 7.0%TAR 存在したが、処理 8 日後には 0.1%TAR に減少した。抽出液中では 0.3~0.8%TAR 存在した。

(参照 10)

10  
11**(4) わた (植物体散布)**12  
13

わた (品種: 試験①では Deltapin213、試験②では Deltapin41) に、[abe-<sup>14</sup>C]B1a を散布し、植物体内運命試験が実施された。

14  
15

処理濃度、散布量及び試料採取時期は、表 14 に示されている。それぞれの時期に採取した根、幹、葉、包葉/萼、種子全体及び綿毛を試料とした。

16  
17

表 14 処理濃度、散布量及び試料採取時期

試験	処理量	処理時期	試料採取時期
①	20 g ai/ha	結実期から 7 日間隔で 2 回	成熟期
②	22.4 g ai/ha	発芽から 40、90 及び 140 日後	最終処理 20 日後
	224 g ai/ha		

18  
19

わた試料中残留放射能濃度は表 15 に示されている。

20  
21  
22

各試料から放射能が検出され、散布後の移行が認められた。種子の放射能濃度は、試験①で 50 µg/kg、試験②の 22.4 g ai/ha 処理区及び 224 g ai/ha 処理区でそれぞれ 10.0 及び 85 µg/kg 存在した。

23  
24  
25

いずれの処理区の種子中にも、親化合物は検出されなかった。また、種子中のパルミチン酸、リノール酸等の脂肪酸から放射能が検出され、アベルメクチン B1a の代謝によって生じた炭素が脂肪酸に取り込まれることが示唆された。

26  
27  
28

(参照 10)

1

表 15 わた試料中残留放射能濃度 (µg/kg)

試験	処理量	根	幹	葉	包葉/萼	種子	綿毛
①	20 g ai/ha×2 回	25	70	396	228	50	37
②	22.4 g ai/ha×3 回	5.5	12.5	46.4	11.9	10.0	43.5
	224 g ai/ha×3 回	107	169	404	97	85	750

2

## 3 (5) かんきつ

4

5 ネーブルオレンジ、レモン、グレープフルーツに、[abe-<sup>14</sup>C]B1a<sup>3</sup>を果実表面に  
6 1回塗布し、塗布当日、1、2、4、8及び12週後に採取した果実を試料として、  
7 植物体内運命試験が実施された。

8

9 塗布量及び処理果実の状況は、表 16 に示されている。

8

9

表 16 塗布量及び処理果実の状況

試験対象	塗布量	処理果実の状況
ネーブルオレンジ	4 µg/果実	成熟
	40 µg/果実	
レモン	4 µg/果実	緑色 (採取時成熟)
グレープフルーツ	4 µg/果実	未成熟

10

11

12 かんきつ試料中放射能分布は表 17 に示されている。塗布当日は 98%TRR 以上  
13 の放射能が果実表面洗浄液中に存在したが、時間の経過とともに果皮中の放射能  
14 が増加した。果肉への移行は少量であった。

15

16 いずれの処理区でも、果実表面洗浄液中及び果皮の抽出物中には、親化合物 (ア  
17 ベルメクチン B1a) 及び代謝物[b]のみが同定された。塗布直後の果実表面洗浄液  
18 中には、親化合物が 82.5~88.7%TRR 存在したが、処理 12 週後には 0.2~  
19 6.7%TRR であった。果皮抽出物中の親化合物は最大で 8.1%TRR であった。代謝  
20 物[b]は、いずれの試料中も 10%TRR 未満であった。(参照 11)

19

20

表 17 かんきつ試料中放射能濃度 (%TRR)

	ネーブルオレンジ (4 µg/果実)			ネーブルオレンジ (40 µg/果実)		
	果実表面	果皮	果肉	果実表面	果皮	果肉
塗布当日	98.6	1.3	0	100	0	0
4 週後	52.3	40.6	7.1	28.8	58.1	13.1
12 週後	36.3	55.2	8.5	6.7	84.1	9.3

<sup>3</sup> 本試験では、アベルメクチン骨格の 3、7、11、13、23 位の炭素を <sup>14</sup>C で標識したものを用了。

	レモン (4 µg/果実)			グレープフルーツ (4 µg/果実)		
	果実表面	果皮	果肉	果実表面	果皮	果肉
塗布当日	98.4	1.7	0	98.6	1.4	0
4 週後	43.7	43.8	12.5	73.9	23.0	3.0
12 週後	32.7	58.8	8.6	40.9	54.7	4.3

注) 果実表面：果実表面洗浄液中の放射能

%TRR：果実表面、果皮及び果肉の残留放射能の合計を 100%としたときの割合

植物中での主要代謝経路としては、トマトではアベルメクチン B1a から異性化により [b] が、ヒドロキシル化により [d] 及び [h] が生じ、さらに [d] から酸化により [c] が生成され、また、マクロライド骨格が開裂し、スピロ環含有化合物 [o] も生成された。セルリーでは異性体 [b] 及びヒドロキシル体 [d] を生成後、わた及びかんきつでは異性体 [b] を生成後に、それぞれ低分子化合物になり、最終的には植物中の成分に同化する経路が考えられた。

### 3. 土壤中運命試験

#### (1) 好氣的土壤中運命試験

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を、壤土(スイス)に乾土あたり 0.22 mg/kg の用量で添加し、20±2℃、暗条件で 365 日間インキュベートし、好氣的土壤中運命試験が実施された。

土壤より抽出された放射能は経時的に減少し、処理 365 日後(試験終了時)には 30.6%TAR となった。試験終了時の非抽出性放射能は、33.9%TAR であり、また <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> が試験終了時まで 27.6%TAR 発生した。

親化合物(アベルメクチン B1a) は、処理直後の 97.9%TAR から、試験終了時には 1.4%TAR と減少した。分解物としては [c]、[d]、[e] 及び [f] が同定され、[c] 及び [d] は処理 28 日後にそれぞれ最大 10.3 及び 15.7%TAR となった。[e] は処理 168 日後に最大 8.5%TAR、[f] は処理 90 日後に最大 9.3%TAR 存在した。その他多くの成分が存在したが、いずれも 4.1%TAR 以下であった。

親化合物及び分解物の推定半減期は、表 18 に示されている。(参照 12)

表 18 親化合物及び分解物の推定半減期

	親化合物	分解物 [c]	[d]	[e]	[f]
推定半減期 (日)	18.0	32.5	35.4	83.3	105

#### (2) 好氣的/嫌氣的湛水土壤中運命試験

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を、壤土(スイス)に乾土あたり 0.22 mg/kg の用量で添加し、20±2℃、暗条件で好氣的に 27 日間インキュベートした後、嫌氣的湛水状態とし、さらに 120 日間インキュベートして、好氣的/嫌氣的湛水土壤中運命試験が実施さ

1 れた。

2 土壌より抽出された放射能は、湛水状態開始直後は 83.5%TAR であったが、試  
3 験終了時（湛水状態開始 120 日後）には 67.2%TAR まで減少した。土壌の非抽  
4 出性放射能は湛水状態開始直後の 12.4%TAR であったが、試験終了時には  
5 28.4%TAR であった。試験終了時の水相中放射能は 4.3%TAR であった。 $^{14}\text{CO}_2$   
6 は、好気条件終了時に 2.0%TAR 発生しており、嫌気条件下ではほとんど発生量  
7 は増えなかった。

8 親化合物は、湛水状態開始直後には水相及び土壌中でそれぞれ 1.5 及び  
9 30.6%TAR であったが、緩慢に減少し、試験終了時には水相及び土壌中でそれぞ  
10 れ 0.2 及び 15.4%TAR であった。分解物は[c]、[d]、[e]及び[f]が存在し、[c]は湛  
11 水 14 日後に土壌中に最大 9.9%TAR 存在したが、試験終了時には土壌中で  
12 4.9%TAR であった。[d]、[e]及び[f]は湛水状態開始直後に土壌中での最大値を示  
13 し、それぞれ 14.2、2.8 及び 4.4%TAR であった。その他未同定の成分が多数存  
14 在したが、いずれも 5%TAR 未満であった。

15 嫌氣的湛水土壌中におけるアベルメクチン B1a、分解物[c]及び[d]の推定半減期  
16 は、それぞれ 276、122 及び 270 日と算出された。（参照 12）

17  
18 土壌中における主要分解経路としては、好氣的条件下では、アベルメクチン B1a  
19 は速やかに分解し、ヒドロキシル化により[d]、酸化により[c]が生じる。さらにヒ  
20 ドロキシル化して、最終的には  $\text{CO}_2$  及び結合残留物になった。嫌氣的条件下では、  
21 ゆっくり分解し、[c]及び[d]が生成されたが、これらは最初の好氣的条件下で形成  
22 された。最終的には結合残留物になる経路が考えられた。

### 23 24 (3) 土壌吸脱着試験①

25 5 種類の海外土壌[壤質砂土（ドイツ及びスイス）、砂壤土（スイス）、壤土/  
26 シルト質壤土（スイス）、シルト質壤土（スイス）]を用いて、アベルメクチン  
27 B1a の土壌吸脱着試験が実施された。

28 Freundlich の吸着係数  $K^{\text{ads}}$  は 76.8~334、有機炭素含有率により補正した吸着  
29 係数  $K^{\text{oc}}$  は 5,700~7,890 であった。また、脱着係数  $K^{\text{des}}$  は、第 1 回脱着試験で  
30 72.1~380、第 2 回試験で 87.0~362、有機炭素含有率により補正した脱着係数  
31  $K^{\text{desoc}}$  は、第 1 回試験で 5,640~7,590、第 2 回試験で 6,670~8,880 であった。

32 (参照 13)

### 33 34 (4) 土壌吸脱着試験②

35 砂壤土(群馬)を用いて、アベルメクチン B1a の土壌吸脱着試験が実施された。

36 Freundlich の吸着係数  $K^{\text{ads}}$  は 36.5、有機炭素含有率により補正した吸着係数  
37  $K^{\text{oc}}$  は 1,670 であった。また、脱着係数  $K^{\text{des}}$  は 92.7、有機炭素含有率により補正  
38 した脱着係数  $K^{\text{desoc}}$  は、4,250 であった。（参照 14）

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38

#### 4. 水中運命試験

##### (1) 加水分解試験

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を、pH 4 (フタル酸緩衝液)、pH 5 (酢酸緩衝液)、pH 7 (リン酸緩衝液) 及び pH 9 (ホウ酸緩衝液) の各滅菌緩衝液に 0.11 mg/L となるように添加し、50℃、暗条件で 7 日間インキュベートし、加水分解試験 (予備試験) が実施された。

pH 4、5 及び 7 では、[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a の分解は認められなかったため、25℃ に換算した場合 1 年以上安定であると推定された。pH 9 では、試験開始時に [abe-23-<sup>14</sup>C]B1a が 95.2%TAR 存在したが、7 日後には 58.9%TAR となった。

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を、pH 9 の滅菌緩衝液に 0.11 mg/L となるように添加し、25℃ で 36 日、50℃ で 25 日、60℃ で 11 日間、暗条件でインキュベートする加水分解試験 (本試験) が実施された。

pH 9、25℃ で、試験開始 32 日後に [abe-23-<sup>14</sup>C]B1a は 89.3%TAR となり、推定半減期は 213 日と算出された。

分解物として、[p]、[q] 及び [r] が検出された。[p] は、25、50 及び 60℃ でそれぞれ最大 6.7、24.6 及び 25.4%TAR 存在した。[q] 及び [r] は、25 及び 50℃ では 1.5%TAR 以下であったが、60℃ では [q] が最大 17.5%TAR、[r] が最大 15.6%TAR 存在した。(参照 15)

##### (2) 水中光分解試験 (緩衝液)

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を、pH 7 のリン酸滅菌緩衝液に、0.1 mg/L の濃度で添加し、24.7±0.7℃ でキセノンランプ (光強度: 38.8 W/m<sup>2</sup>、測定波長: 300~400 nm) を 37.5 日間照射 (12 時間ごとに明暗を切り替え) し、水中光分解試験が実施された。

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a は、試験終了時に 1.6%TAR に減少した。分解物として、[b] が照射 13 時間後に最大 8.2%TAR 存在したが、その後減少し、照射 12 日後には検出されなくなった。[c] は照射 18 日後に最大で 5.6%TAR 存在した。暗所では [abe-23-<sup>14</sup>C]B1a は安定であった。

アベルメクチン B1a の推定半減期は、24 時間、東京における春の太陽光下に換算して 5.0 日と算出された。また分解物 [b] の推定半減期は 41.4 時間、東京、春の太陽光下に換算して 8.6 日と算出された。(参照 16)

##### (3) 水中光分解試験 (自然水)

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a を、滅菌自然水 (池水、採取地: 英国、pH 7.37) に 0.53~0.55 mg/L の濃度で添加し、25.2℃ でキセノンランプ (光強度: 21.0~21.2 W/m<sup>2</sup>、測定波長: 300~400 nm) を 41.5 日間連続照射し、水中光分解試験が実施された。

[abe-23-<sup>14</sup>C]B1a は、試験終了時には 17.3%TAR に減少していた。分解物とし

1 て[b]が、照射 14 日後に最大 9.2%TAR 存在し、試験終了時に 3.0%TAR となっ  
2 た。

3 アベルメクチン B1a の推定半減期は、東京、春の太陽光下に換算して、39.8  
4 日と算出された。(参照 17)

5  
6 水中分解経路としては、加水分解においては、アベルメクチン B1a がエピメリ  
7 化して[p]が、あるいはマクロライド骨格が開裂してジヒドロキシ化合物[q]を経て  
8 [r]が生成された。光分解においては、酸化物[c]及び光学異性体[b]を経て、多くの  
9 マイナー化合物に分解され、最終的には無機化される経路が考えられた。

## 10 11 5. 土壌残留試験

12 火山灰土・軽埴土(茨城)及び沖積土・埴壤土(高知)を用いて、アバメクチン、  
13 分解物[b]、[c]、[d]、[e]及び[f]を分析対象とした土壌残留試験(容器内及び圃場)  
14 が実施された。

15 結果は表 19 に示されている。(参照 18)

16  
17 表 19 土壌残留試験成績(推定半減期)

試験	濃度*	土壌	推定半減期(日)	
			アバメクチン	アバメクチン +分解物合計
容器内 試験	0.25 mg/kg	火山灰土・軽埴土	21	24
		沖積土・埴壤土	45	64
圃場試験	252 g ai/ha	火山灰土・軽埴土	7	8
		沖積土・埴壤土	5	5

18 注) \*: 容器内試験で標準品、圃場試験で乳剤を使用

## 19 20 6. 作物残留試験

21 野菜及び茶を用いて、アベルメクチン B1a、B1b 及び代謝物[b]を分析対象化合物  
22 としての作物残留試験が実施された。

23 結果は別紙 3 に示されている。アベルメクチン B1a、B1b 及び[b]の含量の最高値  
24 は、最終散布 7 日後に収穫した茶(荒茶)の 0.481 mg/kg であった。(参照 19)

25  
26 別紙 3 の作物残留試験の分析値を用いて、アベルメクチン B1a、B1b 及び[b]を暴  
27 露評価対象化合物として、国内で栽培される農産物から摂取される推定摂取量が表  
28 20 に示されている(別紙 4 参照)。

29 なお、本推定摂取量の算定は、申請された使用方法からアベルメクチン B1a、B1b  
30 及び[b]の含量が最大の残留を示す使用条件で、すべての適用作物に使用され、加  
31 工・調理による残留農薬の増減が全くないとの仮定の下に行った。

表 20 食品中より摂取されるアバメクチン B1a、B1b 及び [b] (含量) の  
推定摂取量

	国民平均 (体重:53.3 kg)	小児 (1~6 歳) (体重:15.8 kg)	妊婦 (体重:55.6 kg)	高齢者 (65 歳以上) (体重:54.2 kg)
摂取量 ( $\mu\text{g}/\text{人}/\text{日}$ )	1.39	0.61	1.28	1.76

## 7. 一般薬理試験

ラット及びイヌを用いた一般薬理試験が実施された。結果は表 21 に示されている。(参照 20)

表 21 一般薬理試験

試験の種類	動物種	動物数 匹/群	投与量 (mg/kg 体重) (投与経路)	最大 無作用量 (mg/kg 体重)	最小 作用量 (mg/kg 体重)	結果の概要	
中枢 神経系	一般状態 [Irwin 法]	Wistar ラット	雄 5	0, 0.5, 1.5, 4, 6 (経口)	1.5	4	投与後 1~24 時間: ・開脚反射の低下 ・脊椎の上方彎曲
	体温				6	—	影響なし
呼吸器系	呼吸数 一回換気量 分時拍出量	Wistar ラット	雄 6	0, 0.5, 1.5, 6	6	—	影響なし
循環器系	血圧 心拍数 心電図	ビーグル 犬	雄 4	0, 0.25, 0.5, 1.0 (カプセル経口)	6	—	影響なし
腎機能	尿量、 ナトリウム、 カリウム、 Cre、pH	Wistar ラット	雄 6	0, 0.5, 1.5, 6 (経口)	6	—	影響なし

注) ・検体はアバメクチン原体をゴマ油に懸濁したものを経口投与した。

・—: 最小作用量が設定できない

## 8. 急性毒性試験

### (1) 急性毒性試験 (原体)

アバメクチン原体のラット、マウス及びウサギを用いた急性毒性試験が実施された。

各試験の結果は表 22 に示されている。

アバメクチンは脂溶性が高く、水にほとんど溶けないため、ゴマ油に溶解して投与した場合と、メチルセルロース水溶液に懸濁して投与した場合とでは、投与

1 後の吸収量が異なり、これが毒性発現の程度に大きく影響するものと推測された。  
 2 (参照 21～29)

表 22 急性毒性試験結果概要 (原体)

投与経路	動物種	LD <sub>50</sub> (mg/kg 体重)		観察された症状
		雄	雌	
経口	SD ラット 雌雄各 5 匹 <sup>1)</sup>	232	214	自発運動低下、歩行失調、口の周囲の湿潤及び汚れ、流涙、削瘦、円背位、冷感、虚脱、振戦、呼吸困難、顔面の赤色汚れ、散瞳、泌尿生殖器周囲の湿潤、強直性痙攣、過敏、雌雄：275 mg/kg 体重以上で死亡例
	SD ラット 雌雄各 10 匹 <sup>2)</sup>	8.7	12.8	歩行失調、振戦 雄：6.67 mg/kg 体重以上、雌：10 mg/kg 体重以上で死亡例
	CF-1 マウス 非妊娠雌 10 匹 妊娠雌 12 匹	/	非妊娠： 41.3 妊娠： 19.0	振戦、緩徐呼吸、立ち直り反射消失 非妊娠マウス：5 mg/kg 体重以上、 妊娠マウス：10 mg/kg 体重以上で死亡例
	CF-1 マウス 非妊娠雌及び 妊娠雌各 20 匹	/	非妊娠： 15.0 妊娠： 11.8	振戦、間代性痙攣、呼吸緩徐、活動性低下、立ち直り反射消失、歩行失調 非妊娠マウス及び妊娠マウス：5 mg/kg 体重以上で死亡例
経皮	SD ラット 雄雌各 5 匹	>330	>330	軽度の振戦、歩行失調、活動性低下 死亡例なし
	NZW ウサギ 雌雄計 40 匹	>1,600		体重増加抑制、活動性低下、緩徐呼吸、食欲低下、歩行失調、振戦、立ち直り反射消失 雌雄：200 mg/kg 体重以上で死亡例
	NZW ウサギ 雌雄各 5 匹	>2,000	>2,000	体重増加抑制、嗜眠、緩徐呼吸、振戦、歩行失調、頭部の異常な動き、食欲不振、流涎、嚥下困難 死亡例なし
吸入	LC <sub>50</sub> (mg/L)			
	Wistar ラット 雌雄各 5 匹	<0.21	<0.21	振戦、活動性低下、尾の硬直、歩行失調、呼吸の変化、着色涙、円背位、流涎、斜視、尾を振る動作、発生、立毛、鎮静化、チアノーゼ 雌雄：0.21 mg/L 以上で死亡例
	Wistar ラット 雌雄各 5 匹	>0.051	0.034-0.051	鼻口部の汚れ、異常呼吸音、呼吸深大、呼吸数の増減、あえぎ、開脚反射の低下、軽微な振戦 雄：死亡例なし、 雌：0.051 mg/L で死亡例

5 注) 1)の試験では蒸留水又は 0.5%MC 水溶液、2) の試験ではゴマ油を溶媒として用いた

1  
2  
3  
4  
5  
6

## (2) 急性毒性試験 (アベルメクチン B1a、B1b 及び代謝物)

アベルメクチン B1a、B1b 及び代謝物[b]のマウス及びラットを用いた急性経口毒性試験が実施された。結果は表 23 に示されている。(参照 30~32)

表 23 急性経口毒性試験結果概要 (アベルメクチン B1a、B1b 及び代謝物)

被験物質	動物種	LD <sub>50</sub> (mg/kg 体重)		観察された症状
		雄	雌	
アベル メクチン B1a	CF-1 マウス 雌 10 匹	/	22.2	歩行失調、緩徐呼吸、振戦、立ち 直り反射消失 10.0 mg/kg 体重/日以上で死亡例
	CF-1 マウス 雌 10 匹		23.8	歩行失調、緩徐呼吸、振戦、立ち 直り反射の消失 5.0 mg/kg 体重以上で死亡例
	CF-1 マウス 雌 10 匹		13.6	歩行失調、緩徐呼吸、振戦、立ち 直り反射の消失 2.5 mg/kg 体重以上で死亡例
	CF-1 マウス 雌 10 匹		18.3	歩行失調、緩徐呼吸、振戦、活動 性低下 2.5 mg/kg 体重以上で死亡例
	ICR マウス 雌 10 匹		17.4	歩行失調、緩徐呼吸、振戦、活動 性低下 10 mg/kg 体重以上で死亡例
	ICR マウス 雌 10 匹		18.7	歩行失調、緩徐呼吸、振戦、活動 性低下 10 mg/kg 体重以上で死亡例
	SD ラット 雌雄 各 10 匹		10.6	11.3
	SD ラット 新生児 10 匹	1.52		振戦 1.0 mg/kg 体重以上で死亡例
アベル メクチン B1b	CF-1 マウス 雌雄各 10 匹	11.4	19.8	歩行失調、振戦、緩徐呼吸、間代 性痙攣、眼瞼下垂 雄: 5 mg/kg 体重以上、雌: 10 mg/kg 体重以上で死亡例
代謝物[b]	CF-1 マウス	>80	>80	活動低下、緩徐呼吸、歩行失調、 眼瞼下垂 雄: 5 mg/kg 体重以上、雌: 10 mg/kg 体重以上で死亡例

7  
8

1 (3) 急性神経毒性試験 (ラット)

2 Wistar ラット (一群雌雄各 10 匹) を用いた強制経口 (原体 : 0、0.5、1.5 及  
3 び 6.0 mg/kg 体重、溶媒 : ゴマ油 ) 投与による急性神経毒性試験が実施された。

4 6.0 mg/kg 体重投与群の雌で、開脚歩行及び爪先歩行が、1.5 mg/kg 体重/日  
5 以上投与群の雌雄で開脚反射の低下が認められた。神経組織の病理組織学的検査で  
6 は、検体投与の影響は認められなかった。

7 本試験における無毒性量は、雌雄とも 0.5 mg/kg 体重であると考えられた。

8 (参照 33)

9  
10 9. 眼・皮膚に対する刺激性及び皮膚感作性試験

11 NZW ウサギを用いた眼刺激性試験及び皮膚刺激性試験が実施された。その結果、  
12 アバメクチンは皮膚刺激性を示さなかった。眼に対しては刺激性はない、又は軽微  
13 な刺激性があると考えられた。皮膚刺激性試験において、1 例が投与 8 日後に死亡  
14 し、検体投与が原因と考えられた。

15 Hartley モルモット (雌) を用いた皮膚感作性試験 (Maximization 法) 及び  
16 CBA/Ca/Ola/Hsd マウスを用いた皮膚感作性試験 (局所リンパ節法) が実施された。  
17 いずれの試験でも、皮膚感作性は認められなかった。

18 (参照 34、35) (抄録 t-17~26 頁)

19 10. 亜急性毒性試験

20 (1) 90 日間亜急性毒性試験 (ラット)

21 Wistar ラット (一群雌雄各 16 匹) を用いた強制経口 (原体 : 0、0.4、1.6 及  
22 び 4.0 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与による 90 日間亜急性毒性試験が実施  
23 された。

24 各投与群で認められた毒性所見は表 24 に示されている。

25 4.0 mg/kg 体重/日投与群の雌雄は、投与開始 7 週後に急激に体重が低下し、一  
26 般状態が悪化したため、全例を切迫と殺した。また、1.6 mg/kg 体重/日投与群の  
27 雌 1 例が死亡、0.4 mg/kg 体重/日投与群の雌 1 例が一般状態の悪化のため切迫と  
28 殺されたが、これらは誤投与によるものであった。また、1.6 mg/kg 体重/日投与  
29 群の雌 1 例が事故により切迫と殺された。

30 本試験において、4.0 mg/kg 体重/日投与群の雌雄で軽微な振戦、爪先歩行等が  
31 認められたので、無毒性量は雌雄とも 1.6 mg/kg 体重/日であると考えられた。

32 (参照 36)

1 表24 90日間亜急性毒性試験(ラット)で認められた毒性所見

投与群	雄	雌
4.0 mg/kg 体重/日	<ul style="list-style-type: none"> <li>切迫と殺動物の増加(投与開始7週後、全例)</li> <li>軽微な振戦、爪先歩行、立ち直り反射の低下、円背位、削瘦(腹部)、鎮静化、鼻および口周囲の汚れ、脊柱彎曲、立毛</li> <li>胃の炎症性変化(前胃部/腺胃部の炎症、浮腫、潰瘍及びびらん並びに粘膜下/筋層の炎症)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>切迫と殺動物の増加(投与開始7週後、全例)</li> <li>体重増加抑制</li> <li>軽微な振戦、爪先歩行、立ち直り反射の低下、安定性の減少、円背位、削瘦(腹部)、鎮静化、不規則呼吸、活動性低下、鼻および口周囲の汚れ、脊柱彎曲、立毛</li> <li>胃の炎症性変化(前胃部/腺胃部の炎症、浮腫、潰瘍及びびらん並びに粘膜下/筋層の炎症)</li> </ul>
1.6 mg/kg 体重/日以下	毒性所見なし	毒性所見なし

2

## 3 (2) 18週間亜急性毒性試験(イヌ)

4 ビーグル犬(一群雌雄各3匹)を用いた強制経口(原体:0、0.25、0.5、2.0  
5 及び8.0 mg/kg 体重/日、溶媒:ゴマ油)投与による18週間(126日間)亜急性  
6 毒性試験が実施された。

7 8.0 及び2.0 mg/kg 体重/日投与群では、投与開始直後に死亡例が認められたの  
8 で、それぞれ1及び3回で投与を打ち切った。

9 各投与群で認められた毒性所見は表25に示されている。

10 本試験において、0.5 mg/kg 体重/日投与群の雌雄で全身筋肉振戦等が認められ  
11 たので、無毒性量は雌雄とも0.25 mg/kg 体重/日であると考えられた。(参照37)

12

13

表25 18週間亜急性毒性試験(イヌ)で認められた毒性所見

投与群	雄	雌
8.0 mg/kg 体重/日(投与1回)	<ul style="list-style-type: none"> <li>死亡(2例)</li> <li>全身筋肉振戦、歩行失調、散瞳、流涎、瞳孔の対光反射遅延</li> <li>徐脈</li> <li>肝細胞び慢性空胞化(死亡例)</li> <li>胆嚢浮腫(死亡例)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>死亡(1例)</li> <li>全身筋肉振戦、歩行失調、散瞳、流涎</li> <li>徐脈</li> <li>肝細胞び慢性空胞化(死亡例)</li> </ul>
2.0 mg/kg 体重/日(投与3回)	<ul style="list-style-type: none"> <li>死亡(2例)</li> <li>全身筋肉振戦、歩行失調、散瞳、流涎、瞳孔の対光反射遅延、嘔吐、強直性痙攣</li> <li>肝細胞び慢性空胞化(死亡例)</li> <li>胆嚢浮腫(死亡例)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>死亡(1例)</li> <li>全身筋肉振戦、歩行失調、散瞳、流涎、瞳孔の対光反射遅延、嘔吐、強直性痙攣</li> <li>肝細胞び慢性空胞化(死亡例)</li> <li>胆嚢浮腫(死亡例)</li> </ul>

0.5 mg/kg 体重/日	・全身筋肉振戦、歩行失調、散瞳、流涎、瞳孔の対光反射遅延、嘔吐、強直性痙攣	・死亡 (1 例) ・全身筋肉振戦、歩行失調、散瞳、流涎、瞳孔の対光反射遅延、嘔吐、強直性痙攣 ・体重増加抑制 ・肝細胞び慢性空胞化 (死亡例)
0.25 mg/kg 体重/日	毒性所見なし	毒性所見なし

1

2 **(3) 85 日間亜急性毒性試験 (イヌ) <参考データ>**

3 ビーグル犬 (一群雌雄各 2 匹) を用いた混餌 (原体 : 0、0.25、0.50、1.0 及び  
4 4.0/2.0<sup>4</sup> mg/kg 体重/日) 投与による 85 日間亜急性毒性試験が、1 年間慢性毒性  
5 試験[11.(1)]の用量設定試験として実施された。本試験では病理組織学的検査等が  
6 実施されていないことから、本調査会では参考データとして取り扱った。

7 各投与群で認められた毒性所見は表 25 に示されている。

8 4.0/2.0 mg/kg 体重/日投与群では、検体投与に起因する一般状態の悪化、体重  
9 及び摂餌量減少、活動性低下が認められたため、投与開始 6 週後に全例が切迫と  
10 殺された。また、同群の雌 1 例では、4.0 mg/kg 体重/日投与期間中、振戦、衰弱、  
11 運動失調、軽度の見当識障害等が認められたが、投与量が 2.0 mg/kg 体重/日に引  
12 き下げられた後は、症状は認められなかった。

13 本試験において、1.0 mg/kg 体重/日投与群の雌雄で全瞳孔対光反射消失が認め  
14 られたので、無毒性量は雌雄とも 0.50 mg/kg 体重/日であると考えられた。

15 (参照 38)

16

17 **表 25 85 日間亜急性毒性試験 (イヌ) で認められた毒性所見**

投与群	雄	雌
4.0/2.0 mg/kg 体重/日	・切迫と殺 (全例) ・体重及び摂餌量減少	・切迫と殺 (全例) ・体重及び摂餌量減少
1.0 mg/kg 体重/日以上	・瞳孔対光反射消失	・瞳孔対光反射消失
0.50 mg/kg 体重/日以下	毒性所見なし	毒性所見なし

18

19

<sup>4</sup> 検体は、試験開始時は 0、6、13、25 及び 100 ppm の濃度で混餌投与されたが、100 ppm 投与群では顕著な摂餌量減少及び毒性所見が認められたため、試験開始 20 日後に検体投与を中断して基礎飼料を給餌し、試験開始 29 日後から、混餌濃度を 50 ppm とし検体を投与した。また、6、13 及び 25 ppm 投与群では、摂餌量の減少が認められたため、投与開始 9 週後以降、混餌濃度をそれぞれ 8、17 及び 32 ppm とした。

## 1 1 1. 慢性毒性試験及び発がん性試験

## 2 (1) 1 年間慢性毒性試験 (イヌ)

3 ビーグル犬 (一群雌雄各 6 匹) を用いた混餌 (原体: 0、0.25、0.5 及び 1.0 mg/kg  
4 体重/日: 平均検体摂取量は表 26 参照) 投与による 1 年間慢性毒性試験が実施さ  
5 れた。

7 表 26 1 年間慢性毒性試験 (イヌ) の平均検体摂取量

投与群		0.25 mg/kg 体重/日	0.5 mg/kg 体重/日	1.0 mg/kg 体重/日
平均検体摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	0.24	0.49	0.94
	雌	0.24	0.48	0.95

8 各投与群で認められた毒性所見は表 27 に示されている。

9 本試験において、0.5 mg/kg 体重/日以上投与群の雌雄で瞳孔対光反射消失等が  
10 認められたので、無毒性量は雌雄とも 0.25 mg/kg 体重/日 (雌雄: 0.24 mg/kg 体  
11 重/日) であると考えられた。(参照 39)

14 表 27 1 年間慢性毒性試験 (イヌ) で認められた毒性所見

投与群	雄	雌
1.0 mg/kg 体重/日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・死亡又は切迫と殺 (3 例)</li> <li>・体重増加抑制、摂餌量減少</li> <li>・Ht 増加 (1 例)</li> <li>・BUN、Cre、TP 減少、ALP 増加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・体重増加抑制、摂餌量減少</li> <li>・BUN、Cre、減少</li> </ul>
0.5 mg/kg 体重/日 以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・瞳孔対光反射消失、減弱化</li> <li>・Alb 減少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・瞳孔対光反射消失、減弱化</li> <li>・Alb 減少</li> </ul>
0.25 mg/kg 体重/日	毒性所見なし	毒性所見なし

## 15 (2) 2 年間慢性毒性/発がん性併合試験 (ラット)

16 SD ラット (一群雌雄各 65 匹) を用いた混餌 (原体: 0、0.75、1.5 及び 2.0 mg/kg  
17 体重/日: 平均検体摂取量は表 28 参照) 投与による 2 年間慢性毒性/発がん性併合  
18 試験が実施された。

21 表 28 2 年間慢性毒性/発がん性併合試験 (ラット) の平均検体摂取量

投与群		0.75 mg/kg 体重/日	1.5 mg/kg 体重/日	2.0 mg/kg 体重/日
平均検体摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	0.7	1.5	2.0
	雌	0.8	1.5	2.1

1 対照群と投与群で死亡率に有意な差は認められなかった。

2 ラットの代謝試験において、雌の脂肪組織における消失半減期が他の組織より  
3 長く、雄の脂肪組織よりも長い傾向がみられたことから、PBPK  
4 (Physiologically-based pharmacokinetic) モデリング手法を用いて雌雄ラット  
5 の脂肪組織中濃度のシミュレーションを実施した結果、血液中濃度は雄の方が高  
6 く、脂肪中濃度は雌の方が高く推移する傾向が認められた。

7  
8 各投与群で認められた毒性所見は表 29 に示されている。検体投与に関連して  
9 発生頻度の増加した腫瘍性病変は認められなかった。

10 本試験において、2.0 mg/kg 体重/日投与群の雄で振戦及び発育不全等が、1.5  
11 mg/kg 体重/日投与群の雌で死亡及び振戦が認められたので、無毒性量は雄で 1.5  
12 mg/kg 体重/日、雌で 0.75 mg/kg 体重/日 (0.8 mg/kg 体重/日) であると考えられ  
13 た。発がん性は認められなかった。(参照 40)

14  
15 表 29 2 年間慢性毒性/発がん性併合試験 (ラット) で認められた毒性所見

投与群	雄	雌
2.0 mg/kg 体重/日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・振戦、体重減少による切迫と殺 (2 例)</li> <li>・振戦、発育不全</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・振戦、体重減少による死亡又は切迫と殺 (3 例)</li> <li>・発育不全</li> <li>・ALP 増加</li> </ul>
1.5 mg/kg 体重/日 以上	1.5 mg/kg 体重/日以下 毒性所見なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・振戦、体重減少による死亡 (1.5mg/kg 体重/日投与群で 1 例)</li> <li>・振戦</li> </ul>
0.75 mg/kg 体重/日		毒性所見なし

16  
17 (3) 21 カ月間発がん性試験 (マウス)

18 ICR マウス (一群雌雄各 74 匹) を用いた混餌 (原体:0、2.0、4.0 及び 8.0 mg/kg  
19 体重/日:平均検体摂取量は表 30 参照) 投与による 21 カ月間発がん性試験が実  
20 施された。

21  
22 表 30 21 カ月間発がん性試験 (マウス) の平均検体摂取量

投与群		2.0 mg/kg 体重/日	4.0 mg/kg 体重/日	8.0 mg/kg 体重/日
平均検体摂取量 (mg/kg 体重/日)	雄	2.0	4.1	8.1
	雌	2.1	4.2	8.3

23  
24 8.0 mg/kg 体重/日投与群の雄で死亡率の増加が認められた。死亡又は切迫動物  
25 ではリンパ腫及びアミロイド沈着が認められたが、最終解剖時で増加しなかった

1 ことから、検体投与による影響ではないと考えられた。

2 各投与群で認められた毒性所見は表 31 に示されている。検体投与に関連して  
3 発生頻度の増加した腫瘍性病変は認められなかった。

4 本試験において、8.0 mg/kg 体重/日投与群の雌雄で体重増加抑制等が認められ  
5 たので、無毒性量は雌雄とも 4.0 mg/kg 体重/日（雄：4.1 mg/kg 体重/日、雌：4.2  
6 mg/kg 体重/日）であると考えられた。発がん性は認められなかった。（参照 41）

7  
8 表 31 21 カ月間発がん性試験（マウス）で認められた毒性所見

投与群	雄	雌
8.0 mg/kg 体重/日	・死亡率増加 皮膚炎、脾髄外造血、骨髄増生・ 体重増加抑制	・振戦 ・体重増加抑制
4.0 mg/kg 体重/日以下	毒性所見なし	毒性所見なし

9  
10 **12. 生殖発生毒性試験**

11 **(1) 2 世代繁殖試験（ラット）**

12 SD ラット（一群雌雄各 30 匹）を用いた強制経口（原体：0、0.05、0.12 及び  
13 0.40 mg/kg 体重/日、溶媒：ゴマ油）投与による 2 世代繁殖試験が実施された。P  
14 世代親動物は 2 回交配、出産させ（児動物：F<sub>1a</sub>、F<sub>1b</sub>）、F<sub>1b</sub>を F<sub>1</sub> 世代の親動物  
15 とし、2 回交配、出産させた（児動物：F<sub>2a</sub>、F<sub>2b</sub>）。

16 各投与群で認められた毒性所見は表 32 に示されている。

17 親動物では、検体投与の影響は認められなかった。児動物では、0.40 mg/kg 体  
18 重/日投与群で出生日の死亡児数増加等が認められた。乳汁中濃度測定試験  
19 [14. (7)]において、アバメクチンが乳汁に高濃度で認められたことから、哺育児  
20 は乳汁を介して高濃度のアバメクチンに暴露されたと考えられた。また、アバメ  
21 クチンの毒性発現は P-糖タンパク（ABCB1）との関連があり、出生直後の P-糖  
22 タンパク（ABCB1）量の違いによって、親動物より児動物でアバメクチンに対す  
23 る感受性が高くなっていると考えられた。

24 本試験における無毒性量は、親動物で雌雄とも本試験の最高用量 0.40 mg/kg  
25 体重/日、児動物で雌雄とも 0.12 mg/kg 体重/日であると考えられた。繁殖能に対  
26 する影響は認められなかった。（アバメクチンの毒性発現と P-糖タンパク  
27 （ABCB1）との関連については、[14.]参照）（参照 42）

1 表 32 2 世代繁殖試験（ラット）で認められた毒性所見

投与群		親：P、児：F <sub>1a</sub> 、F <sub>1b</sub>		親：F <sub>1b</sub> 、児：F <sub>2a</sub> 、F <sub>2b</sub>	
		雄	雌	雄	雌
親動物	0.40 mg/kg 体重/日以下	毒性所見なし	毒性所見なし	毒性所見なし	毒性所見なし
児動物	0.40 mg/kg 体重/日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出生日の死亡児数増加</li> <li>・生後 7、14 日及び 21 日生存率減少</li> <li>・同腹児数減少/同腹児死亡率増加</li> <li>・同腹児体重減少</li> <li>・削瘦、吸乳しない児動物増加</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・出生日の死亡児数増加</li> <li>・生後 7、14 日及び 21 日生存率減少</li> <li>・同腹児体重減少</li> <li>・削瘦、吸乳しない児動物増加、衰弱</li> <li>・網膜皺壁の形成（雌）</li> </ul>	
	0.12 mg/kg 体重/日以下	毒性所見なし		毒性所見なし	

2

## 3 (2) 発生毒性試験（ラット）

4 SD ラット（一群雌 25 匹）の妊娠 6～19 日に強制経口（原体：0、0.4、0.8 及  
5 び 1.6 mg/kg 体重/日、溶媒：ゴマ油）投与して、発生毒性試験が実施された。

6 母動物及び胎児で検体投与の影響は認められなかった。

7

8 なお、用量設定試験では、最高用量の 2.0 mg/kg 体重/日において体重減少、振  
9 戦などを呈して死亡する例が認められた。

10 本試験における無毒性量は、母動物及び胎児で本試験の最高用量 1.6 mg/kg 体  
11 重/日であると考えられた。催奇形性は認められなかった。（参照 43）

12

## 13 (3) 発生毒性試験（ウサギ）

14 NZW ウサギ（一群雌 18 匹）の妊娠 6～27 日に強制経口（原体：0、0.5、1.0  
15 及び 2.0 mg/kg 体重/日、溶媒：ゴマ油）投与して、発生毒性試験が実施された。

16 母動物では、2.0 mg/kg 体重/日投与群で体重増加抑制、摂餌量及び飲水量の減少  
17 が認められた。

18 胎児では、2.0 mg/kg 体重/日投与群で口蓋裂、臍帯ヘルニア、前肢内反足、胸骨  
19 分節の異常、腰椎の異常及び骨化遅延が認められた。これらの変化は、母動物の摂  
20 餌量の減少及び顕著な体重増加抑制による二次的な影響であり、胎児に対する検体  
21 の直接作用によるものではないと考えられた。

22 本試験における無毒性量は、母動物及び胎児で 1.0 mg/kg 体重/日であると考え  
23 られた。（参照 44）

24

## 25 (4) 発達神経毒性試験（ラット）①

26 Wistar ラット（一群雌 30 匹）の妊娠 7 日～哺育（分娩後）22 日に強制経口（原  
27 体：0、0.12、0.2 及び 0.4 mg/kg 体重/日、溶媒：ゴマ油）投与して、発達神経毒  
28 性試験が実施された。

1 親動物では、0.2 mg/kg 体重/日以上投与群で、妊娠期間中に体重及び摂餌量増  
2 加が認められたが、毒性所見とは考えられなかった。

3 児動物では、全投与群の雄並びに 0.12 及び 0.2 mg/kg 体重/日投与群の雌で生  
4 後 5～22 日に体重増加が、0.4 mg/kg 体重/日投与群の雄及び 0.2 mg/kg 体重/日  
5 以上投与群の雌で生後 29～63 日に低体重が認められた。また、0.2 mg/kg 体重/日  
6 以上投与群の雌で膈開口遅延が認められたが、低体重に伴った二次的变化である  
7 と考えられた。

8 本試験において、母動物で検体投与に関連した毒性所見が認められず、0.2  
9 mg/kg 体重/日以上投与群の児動物で低体重等が認められたので、無毒性量は母動  
10 物で本試験の最高用量 0.4 mg/kg 体重/日、児動物で 0.12 mg/kg 体重/日であると  
11 考えられた。神経毒性は認められなかった。(参照 59)

### 13 (5) 発達神経毒性試験(ラット)②

14 Wistar ラット(一群雌 30 匹)の妊娠 7 日～哺育(分娩後) 22 日に強制経口(原  
15 体: 0、0.12、0.2 及び 0.4 mg/kg 体重/日、溶媒: ゴマ油)投与して、発達神経毒  
16 性試験が実施された。

17 親動物では、全投与群で、妊娠期間中に体重及び摂餌量増加が認められたが、  
18 毒性所見とは考えられなかった。0.4 mg/kg 体重/日投与群で摂餌量減少及び雄の  
19 同腹児重量の減少が認められた。

20 児動物では、0.4 mg/kg 体重/日投与群の雌雄で矮小児、脱水及び振戦等が認め  
21 られ、これらの個体は離乳前に切迫と殺された。その結果、0.4 mg/kg 体重/日投  
22 与群では試験動物数が不足し、生後 38 日で試験を打ち切った。0.2 mg/kg 体重/  
23 日投与群の雌雄で生後 5 日に体重増加が、全投与群の雌雄で生後 8～63 日に低体  
24 重が認められた。また、0.12 及び 0.2 mg/kg 体重/日投与群の雌で膈開口遅延が認  
25 められたが、低体重に伴った二次的变化であると考えられた。

26 本試験において、0.4 mg/kg 体重/日投与群の母動物で雄の同腹児重量減少等が、  
27 0.12 mg/kg 体重/日以上投与群の児動物で低体重等が認められたので、無毒性量  
28 は母動物で 0.2 mg/kg 体重/日、児動物で 0.12 mg/kg 体重/日未満であると考えら  
29 れた。神経毒性は認められなかった。(参照 60)

### 31 13. 遺伝毒性試験

32 アバメクチンの細菌を用いた復帰突然変異試験、チャイニーズハムスターV79 細  
33 胞を用いた遺伝子突然変異試験、チャイニーズハムスター卵巣由来細胞  
34 (CHO-WBL)を用いた *in vitro* 染色体異常試験、マウスを用いた小核試験及び  
35 *in vivo* 染色体異常試験が実施された。

36 試験結果は表 33 に示されており、すべて陰性であった。したがって、アバメク  
37 チンに遺伝毒性はないものと考えられた。(参照 45～49)

1 表 33 遺伝毒性試験結果概要(原体)

試験		対象	処理濃度・投与量	結果
<i>in vitro</i>	復帰突然変異試験	<i>Salmonella typhimurium</i> (TA98、TA100、TA102、 TA1535、TA1537 株) <i>Escherichia coli</i> (WP2 <i>uvrA</i> 株)	313～5,000 µg/プレート (+/-S9)	陰性
	遺伝子突然変異試験	チャイニーズハムスター V79 細胞 (HGPRT 遺伝子)	①25.4～42.3 µg/mL (+S9) 2.54～5.1 µg/mL (-S9) ②25.4～42.3 µg/mL (+S9) 0.254～5.1 µg/mL (-S9)	陰性
	染色体異常試験	チャイニーズハムスター卵 巣由来細胞 (CHO-WBL)	4.23～21.2 µg/mL (+S9) 8.45～30 µg/mL (-S9)	陰性
<i>in vivo</i>	小核試験	ICR マウス (骨髓細胞) (一群雄 5 匹)	4、8、16 mg/kg 体重 (単回経口投与)	陰性
	染色体異常試験	ICR マウス (骨髓細胞) (一群雄 8～12 匹)	1.2、4.0、12.0 mg/kg 体重 (単回経口投与)	陰性

2 注) +/-S9 : 代謝活性化系存在下及び非存在下

3  
4 代謝物[b]の細菌を用いた復帰突然変異試験が実施され、試験結果は表 34 に示さ  
5 れており、陰性であったので、代謝物[b]に遺伝毒性はないものと考えられた。

6 (参照 50)

7 8 表 34 復帰突然変異試験結果概要(代謝物[b])

被験物質	対象	処理濃度	結果
代謝物[b]	<i>S. typhimurium</i> (TA97a、TA98、 TA100、TA1535 株) <i>E. coli</i> (WP2、WP2 <i>uvrA</i> 、 WP2 <i>uvrA</i> ΔpKM101 株)	10～3,000 µg/プレート (+/-S9)	陰性

9 注) +/-S9 : 代謝活性化系存在下及び非存在下

10  
11 **14. その他の試験**12 **(1) 毒性発現に関するメカニズム試験**13 1970 年代に実施した CF-1 マウスを用いたアバメクチンの急性毒性試験 [8.(1)  
14 及び(2)] 及び発生毒性試験 [14(2)①及び②] においては、

15 ① 死亡あるいは毒性所見の発現について、用量相関性が明確でない。

16 ② 胎児に口蓋裂が誘発される。

17 といった特徴が認められた。

18 1980 年代までに、動物実験が繰り返され、アバメクチン又は 8, 9-Z 異性体 (代  
19 謝物[b]) の CF-1 マウスに対する毒性影響は再現された。

その後、1990 年代に、Schinkel<sup>5</sup>らによって、アバメクチンの類縁化合物であるイベルメクチンが①多薬剤抵抗性 (MDR) に関与する P-糖タンパク (ABCB1) の基質になること、②遺伝的に P-糖タンパク (ABCB1) が欠損した個体は、イベルメクチンに高感受性を示すことが確認された。これらのことから、CF-1 マウス及びその他の生物種を用いて、P-糖タンパク (ABCB1) とアバメクチンの毒性発現の関係を検討する試験が実施された。

#### ① アバメクチンの毒性の比較 (CF-1 マウス及び ICR マウス)

CF-1 マウス及び ICR マウスにアバメクチンを 5 日間連続強制経口 (原体 : 0 及び 0.8 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与し、神経毒性症状の発現を観察する試験が実施された。

試験群は表 35 に示されている。

表 35 試験群構成

試験群	①	②	③	④
マウス系統	CF-1		ICR	
アバメクチン投与量 (mg/kg 体重/日)	0	0.8	0	0.8
匹/群	雌雄各 5 匹	雄 : 49 匹 雌 : 50 匹	雌雄各 5 匹	雌雄各 5 匹

投与後瀕死状態の個体は切迫と殺し、生存個体は最終投与 4 日後に一部をと殺した。いずれの個体も大脳皮質、小脳及び空腸を摘出し、免疫組織化学的染色及びウエスタンブロット法で P-糖タンパク (ABCB1) を検出した。

瀕死個体は、試験群②の雄 12 例及び雌 5 例で認められた。瀕死個体は、雄 1 例を除き P-糖タンパク (ABCB1) の発現がいずれの組織でも認められなかった。雄 1 例では P-糖タンパク (ABCB1) は検出されたが発現程度は低かった。

その他の試験群では、瀕死個体は認められず、検索されたいずれの個体でも P-糖タンパク (ABCB1) が検出された。検出された P-糖タンパク (ABCB1) は CF-1 マウスより ICR マウスで発現の程度が高い傾向が認められた。

また、試験群②の生存個体のうちと殺されなかった個体 (一群雌雄各 5 匹/アバメクチン低感受性個体) 及び試験群③及び④とは別の ICR マウス (一群雌雄各 5 匹又は雌 10 匹) を用い、アバメクチンを単回経口 (原体 : 1.0、2.5、5.0 及び 10.0 mg/kg 体重、溶媒 : ゴマ油) 投与する試験が実施された。

アバメクチン低感受性個体の CF-1 マウスでは、5.0 mg/kg 体重以上投与群では、死亡や瀕死状態は認められず、軽度の振戦及び失調性歩行が認められた。ICR

<sup>5</sup> Schinkel et. al., Disruption of the mouse *mdr1a* P-glycoprotein gene leads to a deficiency in the blood-brain barrier and to increased sensitivity to drugs, Cell Vol.77, 491-502, May 20, 1994

1 マウスでは検体投与の影響は認められなかった。

2 CF-1 マウスと ICR マウスの毒性発現の差は、P-糖タンパク (ABCB1) の発現  
3 の差と一致すると考えられた。(参照 54)

4  
5 **② 発生毒性試験 (アバメクチン感受性又は非感受性の CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体)**

6 CF-1 マウスの個体ごとのアバメクチン投与に対する感受性の違いと、胎児に  
7 おける口蓋裂発生の関係を検討するために、CF-1 マウスを用いた発生毒性試験  
8 が実施された。

9 雌の CF-1 マウスにアバメクチン 0.4 mg/kg 体重を単回経口投与後、痙攣など  
10 の神経症状を示した個体は感受性亜群、示さなかった個体は非感受性亜群と分類  
11 された。

12 非感受性亜群の CF-1 マウス (一群雌 25 匹) の妊娠 6~15 日に、アバメク  
13 チン B1a の 8, 9-Z 異性体 (代謝物[b] : アバメクチンと同等の毒性を有する) を  
14 強制経口 (0, 0.5, 1.0 及び 1.5 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与する試験が  
15 実施された。また、感受性亜群の CF-1 マウス (18 匹、対照群 4 匹) にも、妊娠  
16 6~15 日に代謝物[b]を強制経口 (0.2~1.0 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与  
17 する発生毒性試験が実施された。いずれの投与群も、生存個体は妊娠 18 日にと  
18 殺された。

19 感受性亜群の投与量は、投与開始時に 0.2 mg/kg 体重/日であったが、試験開始  
20 4 日目より 0.3, 0.5, 1.0 mg/kg 体重/日と徐々に増加させた。1.0 mg/kg 体重/日  
21 投与後に臥位、活動低下等が認められたため、2 日間投与を中止した。症状の悪  
22 化により、18 匹中 12 例が切迫と殺されたが、生存個体はその後試験終了時まで  
23 0.75 mg/kg 体重/日で投与された。

24 非感受性亜群の母動物では、検体投与の影響は認められなかった。

25 感受性亜群の母動物では、投与終了時 (妊娠 15 日) まで生存した個体が 6 例  
26 であったが、うち 2 例は妊娠 17 日に死亡又は瀕死状態で切迫と殺された。また、  
27 感受性亜群では体重増加抑制及び摂餌量減少が認められた。

28 母動物の脳及び小脳の免疫組織学的染色の結果から、感受性亜群では脳及び  
29 小脳に P-糖タンパク (ABCB1) の発現は認められなかった。非感受性亜群で  
30 はいずれの個体も脳及び小脳に P-糖タンパク (ABCB1) の発現が認められた。

31 児動物では、感受性亜群で胎児死亡増加が認められ、妊娠 18 日に生存の妊娠  
32 動物 4 例中、生存胎児が観察されたのは 1 例であった。非感受性及び感受性い  
33 ずれの亜群でも、口蓋裂の発生が増加した。口蓋裂の発生頻度は表 36 に示されて  
34 いる。その他、検体投与に関連した外表、内臓及び骨格の変異増加は認められな  
35 かった。

36 脳において P-糖タンパク (ABCB1) が発現しない CF-1 マウスでは、アバメ  
37 クチン及び代謝物[b]の毒性が強く現れることが示された。また、脳で P-糖タンパ  
38 ク (ABCB1) が発現している母動物であっても、胎児の口蓋裂は代謝物[b]の投

1 与量に依存して増加することが示された。(参照 55)

3 表 36 口蓋裂発生頻度

感受性	対照群		投与群			
	非感受性	感受性	非感受性			感受性
投与量	0	0	0.5	1.0	1.5	0.2~1.0*
投与開始時の母動物数	25	4	25	25	25	18
妊娠 18 日生存母動物数	22	4	24	23	25	4
総胎児数	273	43	295	294	307	11
口蓋裂 発生数	7	0	13	21	61	5
発生率 (%)	2.4	0	4.4	6.9	20	45

4 \* : 投与開始時は、0.2 mg/kg 体重/日であったが、試験開始 4 日目より 0.3、0.5、1.0 mg/kg 体重/日  
5 と徐々に増加させた。

7 ③ P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子型と口蓋裂発生の関連性の検討

8 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体)

9 CF-1 マウスは、mdr1a の発現が均一でなく、P-糖タンパク (ABCB1) 欠損 (遺  
10 伝子型 : +/-型) の個体と、それ以外の発現型 (遺伝子型 : ++型、+/-型) が存在  
11 する。

12 胎児の遺伝子型と 8, 9-Z 異性体 (代謝物[b]) の毒性発現の程度の関連を検討  
13 するために、P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子の遺伝子型を確認した CF-1 マウス  
14 を交配し、妊娠した雌マウス (一群 12 匹) の妊娠 6~15 日に代謝物[b]を強制経  
15 口 (0 及び 1.5 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与する発生毒性試験が実施され  
16 た。

17 母動物では、死亡例はなく、検体投与の影響は認められなかった。

18 胎児に対する検体投与の影響は、口蓋裂のみが認められた。各群の口蓋裂発生  
19 頻度は表 37 に示されている。

21 表 37 交配に用いたマウスの遺伝子型及び期待される胎児の遺伝子型の割合

期待する胎児の遺伝子型	対照群(+/-)		対照群(-/-)		投与群(++)		投与群(+/-)		投与群(-/-)	
	♀+/-	♂+/-	♀-/-	♂-/-	♀++	♂++	♀+/-	♂+/-	♀-/-	♂-/-
胎児の遺伝子型の理論上の割合	+ / + : + / - : - / -		+ / + : + / - : - / -		+ / + : + / - : - / -		+ / + : + / - : - / -		+ / + : + / - : - / -	
	25 : 50 : 25		0 : 0 : 100		100 : 0 : 0		50 : 50 : 0		0 : 50 : 50	
代謝物[b]の投与量 (mg/kg 体重/日)	0				1.5					
検査胎児数	108		105		141		125		127	
口蓋裂発生数 (発生率 (%))	1 (0.83)		0 (0)		0 (0)		18 (12)		80 (58)	

注) 代謝物[b]は交配雌の妊娠 6~15 日に投与。  
 遺伝子型 -/- の個体に対する代謝物[b]の毒性は極めて強いことから、投与群の雌は+/+型又は+/-型のみを用いた。

また、各群 4~6 腹について胎児の遺伝子型を解析し、口蓋裂の有無を確認した。胎児の遺伝子型の解析結果及び胎児遺伝子型ごとの口蓋裂発生率は表 38 に示されている。

胎児の遺伝子型が+/+では口蓋裂の発生は認められず、遺伝子型が-/-の場合、口蓋裂の発生率は 100%近かった。

表 38 胎児遺伝子型の解析結果及び胎児遺伝子型ごとの口蓋裂発生率 (%)

群	対照群(+/-)			対照群(-/-)			投与群(+/+)			投与群(+/-)			投与群(-/-)		
	♀+/-	♂+/-		♀-/-	♂-/-		♀+/+	♀+/+		♀+/-	♂+/+		♀+/-	♂-/-	
交配ペアの遺伝子															
胎児の遺伝子型の理論上の割合	+/+ : +/- : -/- 25 : 50 : 25			+/+ : +/- : -/- 0 : 0 : 100			+/+ : +/- : -/- 100 : 0 : 0			+/+ : +/- : -/- 50 : 50 : 0			+/+ : +/- : -/- 0 : 50 : 50		
遺伝子検査した胎児数(腹数)	66 (5)			50 (4)			39 (4)			72 (6)			60 (5)		
胎児の遺伝子型ごとの匹数	+/+	+/-	-/-	+/+	+/-	-/-	+/+	+/-	-/-	+/+	+/-	-/-	+/+	+/-	-/-
口蓋裂発生数(発生率%)	0	0	0	-	-	0	0	-	-	0	16	-	-	13	30
	0	0	0	-	-	0	0	-	-	0	39.0	-	-	44.8	96.8

\* : 発生率= (口蓋裂が認められた胎児数) / (胎児の遺伝子型ごとの匹数) × 100 (%) で示した。

さらに、対照群(+/-)及び投与群(-/-)の 4 母動物の胎児各 10 匹 (各群胎児 10 匹) について頭部及び胎盤の免疫組織学的検査が実施され、遺伝子型+/+及び+/-の胎児のほとんどで脳及び胎盤組織中に P-糖タンパク (ABCB1) の発現が認められた。一方、遺伝子型-/-の個体では、P-糖タンパク (ABCB1) が検出された (免疫染色で染色された) 個体も認められたが、明らかに少なかった。いずれの個体も、口蓋組織における P-糖タンパク (ABCB1) の発現は認められなかった。

本試験の結果、遺伝子型+/+又は+/-の母動物に代謝物[b]を投与した場合、母動物に投与の影響は認められなかった。胎児への影響がみられたのは、口蓋裂の発生増加のみであった。このことから、口蓋裂の発生率と胎児の *mdr1a* の遺伝子型には関連があることが示された。P-糖タンパク (ABCB1) は口蓋では発現せず、胎盤での発現が認められたため、胎盤に発現した P-糖タンパク (ABCB1) により、代謝物[b]の胎児への暴露量が調整され、口蓋裂の発生と関連している可能性が示唆された。(参照 56)

1 ④ P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子型と口蓋裂発生の関連性の検討

2 (ICR マウス : 8, 9-Z 異性体)

3 *mdr1a* の欠損がないことが知られている ICR マウスにおける 8, 9-Z 異性体(代  
4 謝物[b]) の影響を検討するために、ICR マウス (一群雌 22 匹) の妊娠 6~15 日  
5 に代謝物[b]を強制経口 (0, 0.75, 1.5 及び 3.0 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油)  
6 投与する発生毒性試験が実施された。

7 母動物に死亡例はなく、その他の検体投与の影響も認められなかった。

8 胎児に検体投与の影響は認められなかった。口蓋裂は、0.75, 1.5 及び 3.0 mg/kg  
9 体重/日投与群でそれぞれ 2, 1 及び 4 例認められたが (発生率はそれぞれ 0.73,  
10 0.31 及び 1.4%)、明確な用量相関性は認められず、また、いずれも背景データ  
11 の範囲内 (0~3.7%) であったことから、発生頻度に検体投与の影響はないと考  
12 えられた。

13 母動物及び交配した雄動物の遺伝子解析の結果、全ての個体で P-糖タンパク  
14 (ABCB1) 遺伝子型は+/+であった。

15 以上より、CF-1 マウスで認められた代謝物[b]投与による口蓋裂は ICR マウス  
16 では再現されず、P-糖タンパク (ABCB1) の発現の有無が発生毒性の発現に影響  
17 することが示された。(参照 57)

18  
19 ⑤ 動物体内運命試験 (CF-1 マウス : アバメクチン及び関連化合物)

20 CF-1 マウスにおけるアバメクチン及び関連化合物<sup>6</sup>について、CF-1 マウスの遺  
21 伝子型による体内運命の違いを検討するための試験が実施された。

22 アベルメクチン骨格の 5 位の水素を <sup>3</sup>H で標識したアバメクチン B1a 及びエマ  
23 メクチン B1a 並びにアベルメクチン骨格の 22 及び 23 位の炭素を <sup>3</sup>H で標識した  
24 イベルメクチン B1a を、それぞれ所定量の非標識化合物 (アバメクチン、エマメ  
25 クチン安息香酸塩、イベルメクチン) で希釈して CF-1 マウス (一群雌 4 匹) に  
26 単回強制経口投与する体内運命試験が実施された。投与量は、アバメクチンは 0.1  
27 及び 0.2 mg/kg 体重、エマメクチンは 0.1 mg/kg 体重、イベルメクチンは 0.2  
28 mg/kg 体重とされた。(溶媒 : ゴマ油)

29 CF-1 マウスは、P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子型に関して+/+又は-/型の個体  
30 を用いた。

31 それぞれの投与群における血中及び血漿中濃度推移は表 39 及び表 40 に示され  
32 ている。-/型における血中 C<sub>max</sub> は、+/+型の 1.4~2.3 倍であった。

33 また、尿及び糞中排泄率について表 41 に示されている。主要排泄経路はいず  
34 れも糞中であり、-/型では+/+型よりも糞中排泄率が低下した。いずれの化合物も、  
35 ほぼ同様の体内動態を示すと考えられた。(参照 58)

<sup>6</sup> エマメクチン (4'-デオキシ-4'- (エピメチルアミノ) アベルメクチン B1a 安息香酸塩) は農薬、イベルメクチン (22,23-ジヒドロアベルメクチン B1a) は、動物用医薬品 (寄生虫駆除剤等) 又は医薬品 (駆虫剤) として用いられる。

1  
2

表 39 血中放射能濃度推移

投与化合物	アバメクチン				エマメクチン		イベルメクチン	
	0.1		0.2		0.1		0.2	
遺伝子型	+/+	-/-	+/+	-/*	+/+	-/-	+/+	-/-
T <sub>max</sub> (時間)	4	12	4	—	8	12	8	8
C <sub>max</sub> (μg/g)	0.010	0.023	0.28	—	0.013	0.019	0.015	0.030
T <sub>1/2</sub> (時間)	—	—	—	—	18.6	37.6	—	—

3 注) 放射能濃度は、それぞれ親化合物換算 (標識および非標識親化合物を含む)  
 4 - : データなし、又は計算されず  
 5 \* : 毒性のため途中で試験を中止した。

6  
7

表 40 血漿中放射能濃度推移

投与化合物	アバメクチン				エマメクチン		イベルメクチン	
	0.1*		0.2		0.1		0.2	
遺伝子型	+/+	-/-	+/+	-/*	+/+	-/-	+/+	-/-
T <sub>max</sub> (時間)	—	—	4	—	8	12	8	8
C <sub>max</sub> (μg/g)	—	—	0.050	—	0.026	0.034	0.032	0.056
T <sub>1/2</sub> (時間)	—	—	—	—	19.5	—	—	—

8 注) 放射能濃度は、それぞれ親化合物換算濃度 (標識および非標識親化合物を含む)  
 9 - : データなし、又は計算されず  
 10 \* : 試料調整ミスのためデータ得られず。  
 11 \*\* : 毒性のため途中で試験を中止した。

12  
13

表 41 投与後 96 時間の尿及び糞中排泄率 (%TAR : 親化合物換算値#)

投与化合物	アバメクチン		エマメクチン		イベルメクチン	
	0.2		0.1		0.2	
遺伝子型	+/+	-/*	+/+	-/-	+/+	-/-
尿	0.57	—	0.56	2.06	0.17	1.16
糞	95.0	—	89.5	62.6	95.0	69.3
ケージ洗浄液	0.14	—	0.18	1.38	0.23	0.61
合計	95.7	—	90.3	66.0	95.4	71.0

14 注) # : 標識および非標識親化合物を含む  
 15 - : データなし  
 16 \* : 毒性のため途中で試験を中止した。

17  
18

## ⑥ 胎児及び新生児における P-糖タンパク (ABCB1) の発現 (ラット)

19 ラットを用いた 2 世代繁殖試験 [12. (1)] において、新生児の死亡率の増加が認められた。ラット新生児へのアバメクチンの毒性発現と P-糖タンパク (ABCB1) の発現との関係を検討するために、SD ラット (妊娠雌 36 匹、非妊娠雌 4 匹) を用いた P-糖タンパク (ABCB1) 発現確認試験が実施された。

1 妊娠 20 日の妊娠雌 4 例をと殺し、各雌及び各腹の胎児雌雄各 1 例の脳及び空  
2 腸が試料として採取された。母動物については、子宮も採取された。非妊娠雌 2  
3 例からも子宮が採取された。

4 残りの妊娠雌は自然分娩させ、生後 2～20 日の新生児の脳及び空腸が試料とし  
5 て採取された。

6 妊娠 20 日の母動物では、子宮、脳及び空腸で P-糖タンパク (ABCB1) の発現  
7 が確認されたが、非妊娠雌では P-糖タンパク (ABCB1) の発現は認められなか  
8 った。

9 胎児・新生児では、空腸での P-糖タンパク (ABCB1) の発現は生後 8 日より  
10 前では認められなかった。生後 8 日で発現が確認され、以後日齢に伴い発現量が  
11 増したが、生後 20 日においても、成熟動物に比べ空腸における発現量は少ない  
12 と考えられた。脳では、胎児期～生後 20 日までいずれの時期でも P-糖タンパク  
13 (ABCB1) の発現が認められたが、成熟動物での発現量を 100%とすると、生後  
14 11 日以前では 10%以下であり、生後 14 日で 19.1%、離乳する生後 20 日では 89.0%  
15 と日齢に伴って P-糖タンパク (ABCB1) の増加が認められた。

16 母動物にアバメクチンを投与した場合、新生児は乳汁を介してアバメクチンに  
17 暴露される。本試験の結果より、ラット胎児及び新生児において P-糖タンパク  
18 (ABCB1) 発現量が少ないことが、新生児への重篤な毒性影響につながった可能  
19 性が示唆された。特に、新生児では空腸の P-糖タンパク (ABCB1) の発現が未  
20 完成であることから、アバメクチンの吸収が促進され、血液中に多量のアバメク  
21 チンが存在することになると考えられた。(参照 61)

## 22

### 23 ⑦ 乳汁中のアベルメクチン B1a 濃度測定試験 (ラット)

24 母動物にアベルメクチン B1a を経口投与した際の乳汁中のアベルメクチン  
25 B1a 濃度を検討するために、ラット (系統不明、一群雌 3 匹) の妊娠 7 日～哺育  
26 (分娩後) 18 日に <sup>14</sup>C で標識したアベルメクチン B1a (標識位置不明) を混餌 (2、  
27 5 及び 10 ppm、検体摂取量 : 0.19、0.45 及び 0.79 mg/kg 体重/日) 投与又は強制  
28 経口 (0.16、0.4 及び 0.8 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与する試験が実施さ  
29 れた。なお、10 ppm 混餌投与群及び 0.8 mg/kg 体重/日強制経口投与群のみ、哺  
30 育 (分娩後) 11 日で投与終了とされた。

31 10 ppm 混餌投与群の児動物で死亡数が増加し、死亡例の多くは生後 6～11 日  
32 に認められた。混餌投与及び強制経口投与群いずれも児動物で体重増加抑制が認  
33 められ、投与量が多いほど顕著であった。

34 各投与群の母動物及び児動物体内放射能濃度は表 42 に示されている。母動物  
35 では放射能濃度は血漿中より乳汁中で高かった。脳中の放射能濃度は血漿中より  
36 低く、脳への移行は少ないと考えられた。児動物の血漿中放射能濃度はいずれの  
37 時期も母動物の血漿中濃度より高く、放射能濃度の高い乳汁に暴露されたためと  
38 考えられた。児動物の脳放射能濃度は親動物の脳における濃度の約 5～7 倍で

あった。これは、児動物が高濃度の乳汁に暴露されただけでなく、体内における P-糖タンパク (ABCB1) の発現が未熟なため、検体が脳中に容易に達したためと考えられた。(参照 62)

表 42 母動物及び児動物体内放射能濃度

投与経路	投与量	分娩後日数	母動物 (µg/g)			児動物 (µg/g)	
			血漿	乳汁	脳	血漿	脳
混餌	2ppm	4	0.025	0.085	—	—	0.018
		18	0.033	0.183	0.006	0.067	0.033
	5ppm	4	0.079	0.303	—	—	0.055
		18	0.085	0.348	0.013	0.204	0.093
	10ppm	4	0.109	0.525	—	—	0.104
		11	0.067	—	—	—	—
強制経口	0.16 mg/kg 体重/日	4	0.033	0.083	—	0.050	0.022
		18	0.028	0.097	0.005	0.050	0.023
	0.4 mg/kg 体重/日	4	0.088	0.556	—	0.126	0.080
		18	0.087	0.512	0.015	0.193	0.085
	0.8 mg/kg 体重/日	4	0.177	0.683	—	0.228	0.110
		11	0.155	0.709	0.023	0.274	0.135

注) — : 試料採取せず

### ⑧ 哺育児における血漿中濃度測定 (ラット)

ラット哺育児にアバメクチンを投与した際の血漿中濃度推移を検討するため、8~42日齢の Wistar ラット (雌、匹数不明) にアバメクチンを強制経口投与 (原体 : 0.16 及び 0.4 mg/kg 体重、溶媒 : ゴマ油) する試験が実施された。

血漿中濃度推移は表 43 に示されている。

8日齢のラットに投与した際の血漿中濃度は、離乳後 (22 及び 42 日齢) の 2 倍程度高くなった。22 日齢と 42 日齢の血漿中濃度推移には差は認められなかった。(参照 63)

表 43 血漿中濃度推移

動物の日齢 (日)	8		22		42	
投与量 (mg/kg 体重)	0.16	0.4	0.16	0.4	0.16	0.4
T <sub>max</sub> (時間)	12	12	6	6	6	8
C <sub>max</sub> (ng/g)	39.1	78.6	17.4	37.5	16.6	34.6
AUC(ng/mL)	1,160	2,380	103	852	218	690

### ⑨ P-糖タンパク (ABCB1) の免疫組織化学的染色 (サル) ①

霊長類における P-糖タンパク (ABCB1) の発現を検討するために、幼若アカゲザル (1~2 歳、雌雄各 4 匹) の脳、肝臓及び空腸を用いて免疫組織化学的染色が実施され、P-糖タンパク (ABCB1) の発現について検討された。

1 雌雄ともいずれの組織でも P-糖タンパク (ABCB1) が検出された。染色の  
2 濃さは、肝臓の毛細胆管が最も濃く、次いで大脳及び小脳毛細血管の内皮細胞  
3 並びに空腸刷子縁の順であった。

4 幼若アカゲザルはアベルメクチン類に対する感受性が比較的低いことが知  
5 られているが、その理由として P-糖タンパク (ABCB1) が関与していること  
6 が示唆された。(参照 64)

7  
8 **⑩ P-糖タンパク (ABCB1) の免疫組織化学的染色 (サル) ②[1995 年、非 GLP]**

9 霊長類における P-糖タンパク (ABCB1) の発現を検討するために、妊娠ア  
10 カゲザル (雌 9 匹) の胎盤、子宮内膜、胎児の脳及び小腸を用いて免疫組織化  
11 学的染色が実施され、P-糖タンパク (ABCB1) の発現について検討された。

12 母動物の胎盤及び子宮内膜では P-糖タンパク (ABCB1) の発現が認められ、  
13 胎児でも小腸には発現は認められなかったものの、大脳、小脳及び橋/小脳脚  
14 で P-糖タンパク (ABCB1) の発現が認められた。

15 幼若アカゲザルはアベルメクチン類に対する感受性が比較的低いことが知  
16 られているが、その理由として胎児期から脳に P-糖タンパク (ABCB1) が十  
17 分発現していることが関与していることが示唆された。(参照 65)

18  
19 **⑪ アベルメクチン類の強制経口毒性及び血中濃度測定試験 (サル)**

20 **[1985 年、GLP]**

21 霊長類におけるアベルメクチン類の毒性量を検討するために、アカゲザル  
22 (一群雌雄各 2 匹) にアバメクチン原体及びイベルメクチン原体を強制経口投  
23 与する試験が実施された。投与は 2~3 週おきに 1 回ずつ計 13 回行われ、投  
24 与回ごとに投与量を 0.2 mg/kg 体重から増加し、最終投与時には 24.0 mg/kg  
25 体重とされた (溶媒: ゴマ油)。また、投与 17、24 及び 29 週の投与後に、  
26 経時的に血中濃度が測定された。

27 死亡例はなかった。アカゲザルにおけるアベルメクチン類の急性経口 LD<sub>50</sub>  
28 値は 24 mg/kg を上回ると考えられ、ラットやマウスに比較して高い値であっ  
29 た。

30 投与による症状が認められた最低用量は表 44 に示されている。

31 最も感受性の高い所見は嘔吐であり、最小毒性量は 2.0 mg/kg 体重と考えら  
32 れた。

33  
34

1 表 44 アバメクチン又はイベルメクチン投与による症状が認められた最低投与量

投与化合物 (mg/kg 体重)	アバメクチン	イベルメクチン
24	・鎮静化	・鎮静化
12		・散瞳
8		
6	・散瞳	
4		
2	・嘔吐	・嘔吐
1	毒性所見なし	毒性所見なし

2

3

また、本試験結果とイベルメクチン（医薬品）をヒトに投与した際の臨床所見を比較した結果は、表 45 に示されている。（参照 66）

5

6

表 45 アカゲザル及びヒトの血漿中濃度と臨床所見の比較

投与量 (mg/kg 体重)	血漿中濃度及び臨床所見		
	アカゲザル		ヒト
	アバメクチン	イベルメクチン	イベルメクチン (医薬品)
24	・嘔吐、散瞳、鎮静化 (390 ng/mL)	・嘔吐、散瞳、鎮静化 (680 ng/mL)	/
8	・嘔吐 (150 ng/mL)	・嘔吐 (270 ng/mL)	/
6.6~8.6*	/	/	嘔吐、散瞳、鎮静化 (血漿中濃度不明)
2	・嘔吐 (76 ng/mL)	・嘔吐 (110 ng/mL)	/
0.2**	毒性所見なし (血漿中濃度未測定)	毒性所見なし (血漿中濃度未測定)	中毒所見なし (20 ng/mL)

7

\*：ヒトでの中毒症状が報告された用量

8

\*\*：イベルメクチン（医薬品）のヒトにおける臨床処方量

9

( )：血漿中濃度、/：試験結果又は報告なし

10

## 11 (2) 発生毒性試験 (CF-1 マウス)

12

CF-1 マウスを用いた発生毒性試験において胎児に口蓋裂がみられた原因は、胎児の一部に、P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子欠損個体[mdr1a (-/-) 個体]が存在したためと考えられた。

15

欠損個体では、アベルメクチン類を基質とする薬物トランスポーターである P-糖タンパク (ABCB1) が、体内の諸臓器 (脳、腸管、胎盤等) に発現しないため、このような個体では、投与されたアベルメクチン類は速やかに吸収され、胎盤を介して胎児に異常を誘発すると考えられた。このことから、CF-1 マウスを用いた発生毒性試験 [14. (2) ①~⑥] は参考データとした。

16

17

18

19

1

2 **① 発生毒性試験 (CF-1 マウス : アベルメクチン B1a) ①<参考データ>**

3 CF-1 マウス (一群雌 25 匹) の妊娠 6~15 日にアベルメクチン B1a を強制経  
4 口 (0、0.1、0.2、0.4 及び 0.8 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与して、発生毒  
5 性試験が実施された。

6 母動物では、いずれの投与群でも死亡例が認められ、例数は 0.1、0.2、0.4 及  
7 び 0.8 mg/kg 体重/日投与群でそれぞれ 1、3、6 及び 8 例であった。死亡個体は  
8 いずれも死亡前に振戦及び昏睡が観察された。生存個体に検体投与の影響は認め  
9 られなかった。アベルメクチン B1a の胚致死作用及び胎児発育抑制作用は認めら  
10 れなかった。

11 口蓋裂の発生頻度は、表 46 に示されている。(参照 67)

12

13

表 46 口蓋裂発生頻度

投与群 (mg/kg 体重/日)	0	0	0.1	0.2	0.4	0.8
検査生存胎児数/腹数	292/23	270/23	261/22	227/19	244/19	199/16
口蓋裂発生胎児数/腹数	0	0	0	0	5/2	10/4

14

15 **② 発生毒性試験 (CF-1 マウス : アベルメクチン B1a) ②<参考データ>**

16 CF-1 マウス (一群雌 20 匹) の妊娠 6~15 日にアベルメクチン B1a を強制経  
17 口 (0、0.1、0.2、0.4 及び 0.8 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与して、発生毒  
18 性試験が実施された。

19 母動物では、0.2 mg/kg 体重/日投与群を除く投与群に死亡例が認められ、例数  
20 は 0.1、0.4 及び 0.8 mg/kg 体重/日投与群でそれぞれ 1、3 及び 2 例であった。死  
21 亡個体はいずれも死亡前に振戦及び昏睡が観察された。生存個体に検体投与の影  
22 響は認められなかった。アベルメクチン B1a の胚致死作用及び胎児発育抑制作用  
23 は認められなかった。

24 口蓋裂の発生頻度は、表 47 に示されている。(参照 68)

25

26

表 47 口蓋裂発生頻度

投与群 (mg/kg 体重/日)	0	0	0.1	0.2	0.4	0.8
検査生存胎児数/腹数	184/16	234/19	195/16	242/20	165/14	199/16
口蓋裂発生胎児数/腹数	0	1/1	1/1	0	4/2	5/4

27

28 **③ 妊娠動物毒性試験 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体) ①<参考データ>**

29 CF-1 マウス (一群雌 11~13 匹) の妊娠 6~15 日に 8, 9-Z 異性体 (代謝物[b])  
30 を強制経口 (0 及び 1.5 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与して、発生毒性試験  
31 が実施された。

1 試験開始時は、投与量は 0、1.5、3.0、6.25、12.5、25.0 及び 50.0 mg/kg 体重  
2 /日とされたが、初回投与後、3.0 mg/kg 体重/日以上投与群で各群 2～3 例の死亡  
3 が認められたため、最終的に投与群は 1.5 mg/kg 体重/日投与群のみとなった。

4 母動物では、投与群で死亡例が妊娠 8 日目に 1 例認められた。また、同群で一  
5 過性の体重増加抑制が認められた。

6 口蓋裂の発生頻度は、表 48 に示されている。(参照 69)

7  
8 表 48 口蓋裂発生頻度

投与群 (mg/kg 体重/日)	0	1.5
検査胎児数/腹数	163/13	83/7
口蓋裂発生胎児数/腹数	0	2/4

9  
10 ④ 妊娠動物毒性試験 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体) ②<参考データ>

11 CF-1 マウス (一群雌 11～13 匹) の妊娠 6～15 日に 8, 9-Z 異性体 (代謝物[b])  
12 を強制経口 (0、0.05、0.10、0.50 及び 1.0 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与  
13 して、発生毒性試験が実施された。

14 母動物では、1.0 mg/kg 体重/日投与群で 1 例が死亡し、0.5 mg/kg 体重/日投与  
15 群で 1 例が振戦及び昏睡が認められたため切迫と殺された。

16 胎児では、いずれの投与群でも対照群より着床後胚死亡率が高かったが、用量  
17 相関性は認められなかった。0.10 mg/kg 体重/日以上投与群で口蓋裂の発生が認  
18 められた。発生頻度は表 49 に示されているが、用量相関性が明確でなく、検体  
19 投与の影響によるものか判断されなかった。(参照 70)

20  
21 表 49 口蓋裂発生頻度

投与群 (mg/kg 体重/日)	0	0.05	0.10	0.50	1.0
検査胎児数/腹数	136/12	104/12	115/11	90/9	91/11
口蓋裂発生胎児数/腹数	0	0	13/3	1/1	7/4

22  
23 ⑤ 発生毒性試験 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体) ①<参考データ>

24 CF-1 マウス (一群雌 25 匹) の妊娠 6～15 日に 8, 9-Z 異性体 (代謝物[b]) を  
25 強制経口 (0、0.015、0.03 及び 0.06 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与して、  
26 発生毒性試験が実施された。

27 母動物では、死亡例は認められず、各検査項目に検体投与の影響は認められな  
28 かった。

29 胎児では、0.015 mg/kg 体重/日投与群の 1 例で口蓋裂が認められた。その他の  
30 検査項目に検体投与の影響は認められなかった。(参照 71)

## ⑥ 発生毒性試験 (CF-1 マウス : 8, 9-Z 異性体) ②[1986 年、GLP] &lt;参考データ&gt;

CF-1 マウス (一群雌 25 匹) の妊娠 6~15 日に 8, 9-Z 異性体 (代謝物[b]) を強制経口 (0、0.015、0.03、0.1 及び 0.5 mg/kg 体重/日、溶媒 : ゴマ油) 投与して、発生毒性試験が実施された。

母動物では、0.5 mg/kg 体重/日投与群の 1 例に活動性の低下及び着色流涙が認められ、瀕死状態となったため切迫と殺された。それ以外に検体投与の影響は認められなかった。

胎児では、全投与群で口蓋裂の発生が認められた。発生頻度は表 50 に示されている。

0.015 及び 0.03 mg/kg 体重/日投与群で各 1 例認められた口蓋裂は、高用量群において同型の奇形が高頻度に観察されていることから、投与の影響であると考えられた。(参照 72)

表 50 口蓋裂発生頻度

投与群 (mg/kg 体重/日)	0	0.015	0.03	0.1	0.5
検査胎児数/腹数	261/23	283/24	238/23	279/24	233/23
口蓋裂発生胎児数/腹数	0	1/1	1/1	6/1	24/6

以上より、CF-1 マウスの胎児で認められた口蓋裂増加は本系統マウスに P-糖タンパク (ABCB1) が遺伝的に低いマウスが含まれていることが、重篤な毒性影響につながっていると考えられた。P-糖タンパク (ABCB1) の発現が認められている ICR マウスでは、アベルメクチンの毒性発現は軽減され、催奇形性は認められなかった。また、ラット新生児及び胎児では P-糖タンパクの発現量が低いことが、ラット新生児の死亡率増加等重篤な毒性発現影響に関連していると考えられた。一方、サルでは、幼若時から脳での P-糖タンパク (ABCB1) の発現が認められた。

ヒトの成人では、脳毛細血管、肝臓、腎臓、腸管、副腎及び胎盤に P-糖タンパク (ABCB1) が発現し、多くの薬物を基質とする多薬剤抵抗性の役割を担っており、胎盤ではステロイドホルモンの輸送にも関与していることが知られている (参照 74 及び 75)。また、造血系の幹細胞にも発現し、この場合は幹細胞を毒物から守っていると考えられている (参照 76)。妊娠中は、妊娠前期に胎盤の合胞体性栄養膜細胞に P-糖タンパク (ABCB1) が発現し、胎児を保護している (参照 75 及び 77)。妊娠中期からは胎児の脳、腎臓、肝臓、副腎、肺、心臓等に P-糖タンパク/mRNA (ABCB1) が発現し、その程度は胎児の成長とともに増し、出生後は成人期を通して認められる (参照 74、78~81)。また、最新の知見では、胎生初期に P-糖タンパク (ABCB1) が側脳室の神経上皮細胞及び脳室帯/脳室下帯の神経幹/前駆細胞に発現したという報告もある (参照 76)。

なお、現在のところ、ヒトにおいて P-糖タンパク (ABCB1) の遺伝的欠損に起

- 1 因する医薬品等の毒性は報告されていない。
- 2
- 3

### 1 III. 食品健康影響評価

2 参照に挙げた資料を用いて農薬「アバメクチン」の食品健康影響評価を実施した。

3 <sup>14</sup>C で標識されたアバメクチンを用いたラットの動物体内運命試験において、アバ  
4 メクチンの主要成分であるアベルメクチン B1a 及びアベルメクチン B1b は、いずれ  
5 も単回経口投与 4～8 時間後に C<sub>max</sub> に達した。T<sub>1/2</sub> はアベルメクチン B1a で 19～35  
6 時間、アベルメクチン B1b で 9～21 時間であった。吸収されたアベルメクチン B1a  
7 は胆汁を経由せずに消化管に排泄及び糞中に排泄されることが確認されたこと、静脈  
8 内投与時の T<sub>max</sub> 時点での組織中放射能が経口投与後とほぼ同じであることから、アベ  
9 ルメクチン B1a は消化管からほぼ完全に吸収されると推測された。アベルメクチン  
10 B1a 及び B1b のいずれも単回経口投与後 168 時間に 93%TAR 以上が尿及び糞中に排  
11 泄され、主な排泄経路は糞中であつた。P-糖タンパク (ABCB1) を欠損している CF-1  
12 マウスの実験から、その発現レベルが本剤の体内動態に関連していることが示された。  
13 アベルメクチン B1a は、体内では副腎、脂肪、肝臓及び脾臓に比較的高濃度に分布し  
14 た。ラットにおけるアベルメクチン B1a 及び B1b の主要代謝経路は、脱メチル化、  
15 水酸化、オレアンドロシル環の開裂及び酸化反応を経て進行するものと考えられた。

16 トマト、セルリー、わた及びびかんきつを用いた植物体内運命試験が実施された。代  
17 謝物として [b]、[c]、[d]、[h] 及び [o] が存在した。

18 野菜及び茶を用いて、アベルメクチン B1a、B1b 及び代謝物 [b] を分析対象化合物とし  
19 た作物残留試験が実施された。アベルメクチン B1a、B1b 及び代謝物 [b] の合計の最高値  
20 は、最終散布 7 日後に収穫した茶 (荒茶) の 0.481 mg/kg であつた。

21 各種毒性試験結果から、アバメクチン投与による影響は主に眼及び一般症状 (振戦等)  
22 に認められた。アバメクチンは、GABA アゴニストとして作用し、その結果、塩素イオ  
23 ンの膜透過性が増加し、神経細胞及び筋肉細胞に過分極を生じることにより、振戦、痙  
24 攣等を発現すると考えられた。これらの変化もいずれも用量相関性を示し、かつ閾値の  
25 認められる変化であると考えられた。発がん性、繁殖能に対する影響及び遺伝毒性は認  
26 められなかった。

27 ウサギを用いた発生毒性試験において、口蓋裂、臍帯ヘルニア、前肢内反足、胸骨分  
28 節の異常、腰椎の異常及び骨化遅延が認められたが、これらの変化は母動物の摂餌量の  
29 減少及び顕著な体重増加抑制による二次的な影響であると考えられ、胎児に対する検体  
30 の直接作用によるものではないと判断した。

31 CF-1 マウスを用いた発生毒性試験において胎児に口蓋裂がみられたが、その原因  
32 は胎児の一部に P-糖タンパク (ABCB1) 遺伝子欠損個体が存在したためと考えられ、  
33 評価の対象とはしなかった。ラットを用いた 2 世代繁殖試験において新生児の死亡率  
34 の増加がみられたが、その原因は胎児及び新生児において P-糖タンパク (ABCB1)  
35 発現量が少ないことが、新生児への重篤な毒性影響につながつたと考えられた。

36 P-糖タンパク (ABCB1) の発現が認められた ICR マウスでは、アベルメクチン類  
37 の毒性発現は軽減され、催奇形性は認められなかった。また、サルでも P-糖タンパ  
38 ク (ABCB1) の発現が認められた。

1 ヒトでは妊娠前期には胎盤、妊娠中期以降は胎児体内、出生後は成人期を通して P-  
2 糖タンパク (ABCB1) の発現が認められる。また、現在のところ、ヒトにおいて P-  
3 糖タンパク (ABCB1) の遺伝的欠損に起因する医薬品等の毒性は報告されていない。

4 代謝物[b]は、アベルメクチン B1a から光異性化により生成され、植物体内運命試  
5 験及び水中光分解試験のみで認められた。以上より、農産物中の暴露評価対象物質を  
6 アバメクチン及び代謝物[b]と設定した。

7 各試験における無毒性量及び最小毒性量は表 51 に示されている。

8

9

10

1

表 51 各試験における無毒性量及び最小毒性量

動物種	試験	投与量 (mg/kg 体重/日)	無毒性量 (mg/kg 体重/日)	最小毒性量 (mg/kg 体重/日)	備考 <sup>1)</sup>
ラット	90日間 亜急性 毒性試験	0、0.4、1.6、4.0	雌雄：1.6	雌雄：4.0	雌雄：軽微な振戦、 爪先歩行等
	2年間 慢性毒性/ 発がん性 併合試験	0、0.75、1.5、2.0	雄：1.5 雌：0.8	雄：2.0 雌：1.5	雄：振戦及び発育不 全等 雌：死亡及び振戦  (発がん性は認め られない)
	2世代 繁殖試験	0、0.05、0.12、 0.40	親動物 P 雌雄及び F <sub>1</sub> 雌雄：0.4  児動物 F <sub>1</sub> 雌雄及び F <sub>2</sub> 雌雄：0.12	親動物 P 雌雄及び F <sub>1</sub> 雌雄：－  児動物 F <sub>1</sub> 雌雄及び F <sub>2</sub> 雌雄：0.4	親動物：毒性所見な し 児動物：出生日の死 亡児数増加  (繁殖能に対する 影響は認められな い)
	発生毒性 試験	0、0.4、0.8、1.6	母動物及び胎児：1.6	母動物及び胎児：－	母動物及び胎児：毒 性所見なし  (催奇形性は認め られない)
	発達神経 毒性試験①	0、0.12、0.2、0.4	母動物：0.4 児動物：0.12	母動物：－ 児動物：0.2	母動物：毒性所見な し 児動物：低体重等 (神経毒性は認め られない)
	発達神経 毒性試験②	0、0.12、0.2、0.4	母動物：0.2 児動物：0.12 未満	母動物：0.4 児動物：0.12	母動物：同腹児重量 減少 児動物：低体重等 (神経毒性は認め られない)
マウス	21カ月間 発がん性 試験	0、2.0、4.0、8.0	雄：4.1 雌：4.2	雄：8.1 雌：8.3	雌雄：体重増加抑制 等  (発がん性は認め られない)
ウサギ	発生毒性 試験	0、0.5、1.0、2.0	母動物 及び胎児： 1.0	母動物 及び胎児： 0.5	母動物：体重増加抑 制等 胎児：口蓋裂等

動物種	試験	投与量 (mg/kg 体重/日)	無毒性量 (mg/kg 体重/日)	最小毒性量 (mg/kg 体重/日)	備考 <sup>1)</sup>
イヌ	18週間 亜急性 毒性試験	0、0.25、0.5、2.0、 8.0	雌雄：0.25	雌雄：0.5	雌雄：全身筋肉振戦 等
	1年間 慢性毒性 試験	0、0.25、0.5、1.0	雌雄：0.24	雄：0.49 雌：0.48	雌雄：瞳孔対光反射 消失等

1 注) -：最小毒性量が設定できなかった。  
2 1)備考に最小毒性量で認められた所見の概要を示す。

3  
4

5 各試験で得られた無毒性量のうち最小値は、ラットを用いた2世代繁殖試験の0.12  
6 mg/kg 体重/日であった。一方、ラットを用いた発達神経毒性試験② [12.(5)] におい  
7 ては、無毒性量が得られず、最小毒性量は0.12 mg/kg 体重/日であった。発達神経毒  
8 性① [12.(4)] においては、0.12 mg/kg 体重/日で無毒性量が得られたこと、より長期  
9 の繁殖試験 [12.(1)] においても0.12 mg/kg 体重/日で体重に影響は認められず、無毒  
10 性量が得られたことから、発達神経毒性試験②の最小毒性量0.12 mg/kg 体重/日は無  
11 毒性量に近いものと考えられた。また、当該試験の用量設定も考慮すれば、最小毒性  
12 量を用いたことによる追加の安全係数は2とすることが妥当と考えられた。

13 したがって、食品安全委員会農薬専門調査会は、ラットを用いた発達神経毒性試験  
14 ②の最小毒性量である0.12 mg/kg 体重/日を根拠として安全係数200で除した0.0006  
15 mg/kg 体重/日を一日摂取許容量 (ADI) と設定した。

16

ADI	0.0006 mg/kg 体重/日
(ADI 設定根拠資料)	発達神経毒性試験
(動物種)	ラット
(期間)	妊娠7日～哺育 (分娩後) 22日
(投与方法)	強制経口投与
(最小毒性量)	0.12 mg/kg 体重/日
(安全係数)	200

17

18 暫定基準値が定められた品目を含めた暴露量については、当評価結果を踏まえて暫  
19 定基準値の見直しを行う際に確認することとする。

20

## 1 &lt;別紙 1：代謝物/分解物略称&gt;

記号	略称	化学名
[b]	NOA 427011 8,9-Z 異性体	8,9-Zアベルメクチン B1a
[c]	NOA 448111	8a-オキソ-アベルメクチン B1a
[d]	NOA 448112	8a ヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[e]	NOA 457465	4-ヒドロキシ,8a-オキソ-アベルメクチン B1a
[f]	NOA 457464	4,8a-ジヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[g]	24aOH NOA 439245	24a-ヒドロキシメチルアベルメクチン B1a
[h]	3"DM	3"- <i>O</i> -デスメチル-アベルメクチン B1a
[i]	27OH	27-ヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[j]	3"DM,24aOH	3"- <i>O</i> -デスメチル, 24a-ヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[k]	3"DM,27OH	3"- <i>O</i> -デスメチル, 27-ヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[l]	3"DM,4aOH	3"- <i>O</i> -デスメチル, 4a-ヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[m]	DO,3"DM,4aOH	デスオレアンドロシル, 3"- <i>O</i> -デスメチル, 4a-ヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[n]	28OH	28-ヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[o]		((2S,4S,6S,8R,9S)-8-sec-ブチル-4-ヒドロキシ-9-メチル-1,7-ジオキサ-スピロ[5.5]ウンデカ-10-エン-2-イル)-酢酸
[p]	2-Epi-NOA422601 DT1	2-エピ-アベルメクチン B1a
[q]	DT4	1,18-ジヒドロキシ-アベルメクチン B1a
[r]	DT3	アベルメクチン B1a の誘導体

2

3

## 1 &lt;別紙2：検査値等略称&gt;

略称	名称
ai	有効成分量
Alb	アルブミン
ALP	アルカリホスファターゼ
BUN	血液尿素窒素
C <sub>max</sub>	血漿及び血漿中放射能最高濃度
Cre	クレアチニン
GABA	γ-アミノ酪酸
Ht	ヘマトクリット値
LC <sub>50</sub>	半数致死濃度
LD <sub>50</sub>	半数致死量
MC	メチルセルロース
PHI	最終使用から収穫までの日数
T <sub>1/2</sub>	半減期
TAR	総投与（処理）放射能
T <sub>max</sub>	最高濃度到達時間
TP	総蛋白
TRR	総残留放射能

2

3

1 <別紙3：作物残留試験成績>

作物名 (分析部位) 実施年	試験 圃場 数	使用量 (g ai/ha)	回 数 (回)	PHI (日)	残留値(mg/kg)							
					アバメクチン B1a		アバメクチン B1b		代謝物[b]		合計	
					最高値	平均値	最高値	平均値	最高値	平均値	最高値	平均値
ねぎ (茎葉) 2005年度	公的分析機関											
	1	108	3	3	0.0098	0.0096	<0.0005	<0.0005	0.0008	0.0008	0.011	0.011
				7	0.0040	0.0040	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0005	0.005	0.005
				14	0.0006	0.0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.002	0.002
	1	25.2~ 46.8	3	3	0.0029	0.0028	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0005	0.004	0.004
				7	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.002	<0.002
14				<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.002	<0.002	
社内分析機関												
1	108	3	3	0.0160	0.0148	0.0008	0.0008	<0.0005	<0.0005	0.018	0.017	
			7	0.0143	0.0128	0.0007	0.0007	<0.0005	<0.0005	0.016	0.014	
			14	0.0006	0.0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.002	0.002	
1	25.2~ 46.8	3	3	0.0036	0.0036	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.005	0.005	
			7	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.002	<0.002	
			14	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.002	<0.002	
ピーマン (果実) 2006年度	公的分析機関											
	1	72	3	1	0.044	0.044	0.004	0.004	0.005	0.005	0.053	0.053
				7	0.009	0.009	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.015	0.015
				14	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
	1	108	3	1	0.076	0.075	0.006	0.006	0.004	0.004	0.086	0.085
				7	0.038	0.037	0.003	0.003	0.004	0.004	0.045	0.044
14				0.008	0.008	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.014	0.014	
社内分析機関												
1	72	3	1	0.062	0.060	0.006	0.006	0.010	0.010	0.078	0.076	
			7	0.018	0.018	<0.003	<0.003	0.005	0.005	0.026	0.026	
			14	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009	
1	108	3	1	0.089	0.088	0.009	0.009	0.007	0.007	0.105	0.104	
			7	0.044	0.044	0.004	0.004	0.008	0.008	0.056	0.056	
			14	0.010	0.010	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.016	0.016	
なす (果実) 2006年度	公的分析機関											
	1	108	3	1	0.014	0.014	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.020	0.020
				7	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
				14	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
	1	108	3	1	0.038	0.038	0.003	0.003	<0.003	<0.003	0.044	0.044
				7	0.009	0.008	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.015	0.014
14				<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009	
社内分析機関												
1	108	3	1	0.023	0.022	0.003	0.003	<0.002	<0.002	0.028	0.027	
			7	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
			14	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
1	108	3	1	0.031	0.030	0.004	0.004	<0.002	<0.002	0.037	0.036	
			7	0.008	0.008	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.012	0.012	
			14	0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.006	0.006	
すいか (果実) 2006年度	公的分析機関											
	1	108	3	1	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
				3	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
				7	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
	1	108	3	1	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
				3	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
7				<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009	
社内分析機関												
1	108	3	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
			3	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
			7	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
1	108	3	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
			3	0.003	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.007	0.007	
			7	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	

作物名 (分析部位) 実施年	試験 圃場 数	使用量 (g ai/ha)	回 数 (回)	PHI (日)	残留値(mg/kg)								
					アバメクチン B1a		アバメクチン B1b		代謝物[b]		合計		
					最高値	平均値	最高値	平均値	最高値	平均値	最高値	平均値	
メロン (果実) 2006 年度	公的分析機関												
	1	108	3	1	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009	
				3	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009	
				7	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009	
	1	108	3	1	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
				3	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
				7	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.009	<0.009
	社内分析機関												
	1	108	3	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006
				3	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006
7				<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
1	108	3	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
			3	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
			7	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.006	<0.006	
茶 (荒茶) 2006 年度	公的分析機関												
	1	108	3	7	0.351	0.349	0.033	0.033	0.089	0.088	0.473	0.470	
				14	0.057	0.056	0.006	0.006	0.014	0.014	0.077	0.076	
	1	108	3	7	0.043	0.042	0.005	0.004	0.015	0.015	0.063	0.061	
				14	0.011	0.011	<0.003	<0.003	0.005	0.005	0.019	0.019	
	社内分析機関												
	1	108	3	7	0.335	0.333	0.043	0.042	0.103	0.102	0.481	0.477	
				14	0.051	0.050	0.008	0.008	0.015	0.014	0.074	0.072	
1	108	3	7	0.052	0.050	0.007	0.006	0.016	0.016	0.075	0.072		
			14	0.015	0.014	<0.003	<0.003	0.009	0.009	0.027	0.026		

注) 試験にはすべて乳剤を用いた

- ・一部に定量限界未満を含むデータの合計、平均を計算する場合は定量限界値を検出したものとして計算した。
- ・すべてのデータが定量限界未満の場合は定量限界値の平均に<を付して記載した。

1  
2  
3  
4  
5  
6

## 1 &lt;別紙4：推定摂取量&gt;

作物名	残留値 (mg/kg)	国民平均 (体重:53.3 kg)		小児(1~6歳) (体重:15.8 kg)		妊婦 (体重:55.6 kg)		高齢者(65歳以上) (体重:54.2 kg)	
		ff (g/人日)	摂取量 ( $\mu$ g/人日)	ff (g/人日)	摂取量 ( $\mu$ g/人日)	ff (g/人日)	摂取量 ( $\mu$ g/人日)	ff (g/人日)	摂取量 ( $\mu$ g/人日)
ねぎ	0.009	11.3	0.102	4.5	0.041	8.2	0.074	13.5	0.122
ピーマン	0.080	4.4	0.352	2.0	0.160	1.9	0.152	3.7	0.296
ナス	0.032	4.0	0.128	0.9	0.029	3.3	0.106	5.7	0.182
すいか	0.008	0.1	0.001	0.1	0.001	0.1	0.001	0.1	0.001
茶	0.270	3.0	0.810	1.4	0.378	3.5	0.945	4.3	1.161
合計			1.392		0.608		1.277		1.762

- 2 注) ・残留値は、申請されている使用時期・回数のうち、各試験区の平均残留値の最大値を用いた  
3 (参照 別紙3)。  
4 ・ff：平成10年～12年の国民栄養調査(参照 54～56)の結果に基づく農産物摂取量(g/人日)  
5 ・摂取量：残留値及び農産物摂取量から求めたアバメクチンB1a、B1b及び[b](合量)の推定摂取  
6 量( $\mu$ g/人日)  
7 ・メロンのデータはすべて定量限界未満であったため、摂取量の計算に含めていない。

8

1 <参照>

- 2 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  
3 年 11 月 29 日付け平成 17 年厚生労働省告示第 499 号）
- 4 2 食品健康影響評価について（平成 19 年 4 月 9 日付け厚生労働省発食安第 0409004 号）
- 5 3 農薬抄録アバメクチン（殺虫剤）（平成 20 年 3 月 21 日改訂）：シンジェンタジャパン株式  
6 会社、2007 年、一部公表予定
- 7 4 ラットにおける代謝試験（アベルメクチン B1a の吸収、分布、消失及び排泄）（GLP 対応）：  
8 Syngenta Crop Protection AG（スイス国）、2001 年、未公表
- 9 5 ラットにおける代謝試験（アベルメクチン B1b の吸収、分布、消失及び排泄）（GLP 対応）：  
10 Syngenta Crop Protection AG（スイス国）、2003 年、未公表
- 11 6 ラットにおける代謝試験（アベルメクチン B1a 反復投与後の吸収、分布、消失及び排泄）（GLP  
12 対応）：
- 13 7 ラットにおける代謝試験（代謝物同定および代謝経路の検討）（GLP 対応）：Syngenta Crop  
14 Protection AG（スイス国）、2003 年、未公表
- 15 8 トマトにおける代謝試験（温室試験）（GLP 対応）：Syngenta Crop Protection AG（スイ  
16 ス国）、2003 年、未公表
- 17 9 セルリーにおける代謝試験（GLP 対応）：Florida 大学農薬研究センター（米国）、1988  
18 年、未公表
- 19 10 棉における代謝試験（GLP 対応）：Merck Sharp and Dohme Research Labs（米国）、1986  
20 年、未公表
- 21 11 かんきつにおける代謝試験：Merck（米国）、1984 年、未公表
- 22 12 <sup>14</sup>-C 標識アベルメクチン B1a の好気及び嫌氣的土壤中運命試験（GLP 対応）：Syngenta Crop  
23 Protection AG（スイス国）、2001 年、未公表
- 24 13 アベルメクチン B1a の土壌吸着脱着試験（GLP 対応）：Syngenta Crop Protection AG（ス  
25 イス国）、2001 年、未公表
- 26 14 アベルメクチン B1a の火山灰土壌における吸脱着試験（GLP 対応）：Syngenta Crop  
27 Protection AG（スイス国）、2006 年、未公表
- 28 15 アベルメクチン B1a の加水分解（GLP 対応）：Syngenta Crop Protection AG（スイス国）、  
29 2001 年、未公表
- 30 16 アベルメクチン B1a の水中光分解（GLP 対応）：Syngenta Crop Protection AG（スイス国）、  
31 2001 年、未公表
- 32 17 アベルメクチン B1a の滅菌自然水における水中光分解試験（GLP 対応）：Jealott's Hill  
33 International Research Centre, Syngenta（英国）、2006 年、未公表
- 34 18 土壌残留性試験：シンジェンタ ジャパン株式会社、2006 年、未公表
- 35 19 作物残留性試験成績：シンジェンタ ジャパン株式会社、2005～2006 年、未公表
- 36 20 生体機能への影響に関する試験（GLP 対応）：Syngenta Central Toxicology Laboratory（英  
37 国）、2006 年、未公表
- 38 21 ラットを用いた急性経口毒性試験（GLP 対応）：Covance Laboratories（米国）、2001 年、

- 1 未公表
- 2 22 ラットを用いた急性経口毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research
- 3 Laboratories (米国)、1981年、未公表
- 4 23 雌マウスを用いた急性経口毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research
- 5 Laboratories (米国)、1985年、未公表
- 6 24 雌マウスを用いた急性経口毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research
- 7 Laboratories (米国)、1985年、未公表
- 8 25 ラットを用いた急性経皮毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research
- 9 Laboratories (米国)、1985年、未公表
- 10 26 ウサギを用いた急性経皮毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research
- 11 Laboratories (米国)、1983年、未公表
- 12 27 ウサギを用いた急性経皮毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research
- 13 Laboratories (米国)、1984年、未公表
- 14 28 ラットにおける急性吸入毒性試験 (GLP 対応) : Covance Laboratories (英国)、2001年、
- 15 未公表
- 16 29 ラットにおける急性吸入毒性試験 (GLP 対応) : Syngenta Central Toxicology Laboratory
- 17 (英国)、2003年、未公表
- 18 30 アベルメクチン B1a のラットおよびマウスを用いた急性経口毒性試験 : Merck Sharp &
- 19 Dohme Research Laboratories (米国)、1977年、未公表
- 20 31 アベルメクチン B1b のマウスを用いた急性経口毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp &
- 21 Dohme Research Laboratories (米国)、1985年、未公表
- 22 32 8,9-Z アベルメクチン B1a のマウスを用いた急性経口毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp
- 23 & Dohme Research Laboratories (米国)、1986年、未公表
- 24 33 ラットを用いた経口投与による急性神経毒性試験 (GLP 対応) : Syngenta Central
- 25 Toxicology Laboratory (英国)、2006年、未公表
- 26 34 モルモットにおける皮膚感作性試験 (Maximization 法) (GLP 対応) : Covance Laboratories、
- 27 2001年、未公表
- 28 35 マウスを用いた皮膚感作性試験 (局所リンパ節試験法) (GLP 対応) : Syngenta Central
- 29 Toxicology Laboratory (英国)、2006年、未公表
- 30 36 ラットを用いた 13 週間経口投与による亜急性毒性/神経毒性併合試験 (GLP 対応) : Syngenta
- 31 Central Toxicology Laboratory (英国)、2006年、未公表
- 32 37 イヌを用いた 18 週間反復経口投与毒性試験 : Merck Sharp & Dohme Research
- 33 Laboratories (米国)、1976年、1982年、未公表
- 34 38 イヌを用いた 85 日間反復経口投与毒性試験 : Merck Sharp & Dohme Research
- 35 Laboratories (米国)、1984年、未公表
- 36 39 イヌを用いた 52 週間反復経口投与毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research
- 37 Laboratories (米国)、1987年、未公表
- 38 40 ラットを用いた飼料混入投与による慢性毒性/発がん性併合試験 (GLP 対応) : Merck Sharp

- 1 & Dohme Research Laboratories (米国)、1985年、未公表
- 2 41 マウスを用いた試料混入投与による慢性毒性/発がん性併合試験 (GLP 対応) : Merck Sharp
- 3 & Dohme Research Laboratories (米国)、1985年、未公表
- 4 42 ラットを用いた 2 世代繁殖試験 (GLP 対応) : Argus Research Laboratories 及び Merck
- 5 Sharp & Dohme Research Laboratories (米国)、1984年、未公表
- 6 43 ラットにおける催奇形性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories
- 7 (米国)、1985年、未公表
- 8 44 ウサギにおける催奇形性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories
- 9 (米国)、1982年、未公表
- 10 45 細菌を用いた復帰変異試験 (GLP 対応) : Syngenta Crop Protection AG (スイス国)、2001
- 11 年、未公表
- 12 46 チャイニーズハムスターの V79 細胞を用いた *in vitro* 遺伝子突然変異試験 (GLP 対応) :
- 13 Merck Sharp & Dohme Research Laboratories (米国)、1983年、未公表
- 14 47 チャイニーズハムスター培養卵巣細胞を用いた *in vitro* 染色体異常試験 (GLP 対応) : Merck
- 15 Sharp & Dohme Research Laboratories (米国)、1986年、未公表
- 16 48 マウスの骨髄を用いた *in vivo* 小核試験 (GLP 対応) : Syngenta Central Toxicology
- 17 Laboratory (英国)、2006年、未公表
- 18 49 マウスの骨髄細胞を用いた *in vivo* 染色体異常試験 (GLP 対応) : SRI International (米国)、
- 19 1983年、未公表
- 20 50 8,9-Zアベルメクチン B1a の細菌を用いた復帰変異試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme
- 21 Research Laboratories (米国)、1988年、未公表
- 22 51 アバメクチン 毒性に関する考察 : シンジェンタ ジャパン株式会社、2009年、未公表
- 23 52 アバメクチンの食品健康影響評価に係る資料追加提出について : シンジェンタ ジャパン株式会社、
- 24 2010年、未公表
- 25 53 アバメクチン 毒性に関する考察 : シンジェンタ ジャパン株式会社、2010年、未公表
- 26 54 CF-1 マウス及び CD-1 マウスを用いたアバメクチン単回経口投与後の毒性の比較 : Merk
- 27 Research Laboratories (米国)、1994年、未公表
- 28 55 8,9-isomer (アベルメクチン B1 の光分解物) を用いた催奇形性試験、CF-1 マウスにおける
- 29 催奇形性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories (米国)、1996
- 30 年、未公表
- 31 56 8,9-isomer (アベルメクチン B1 の光分解物) を用いた催奇形性試験、p-糖蛋白遺伝子を調
- 32 べた CF-1 マウスにおける発生毒性試験 : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories (米
- 33 国)、1996年、未公表
- 34 57 8,9-isomer (アベルメクチン B1 の光分解物) を用いた催奇形性試験、CD-1 マウスにおける
- 35 催奇形性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories (米国)、1996
- 36 年、未公表
- 37 58 動物体内運命試験 アバメクチン、エマメクチンおよびイベルメクチンの CF-1 マウスにお
- 38 ける代謝試験 (GLP 対応) : Central Toxicology Laboratory (英国) : 2008年、未公表

- 1 59 ラットを用いた経口投与による発達神経毒性試験-1 (GLP 対応) : Syngenta Central  
2 Toxicology Laboratory (英国)、2005 年、未公表
- 3 60 ラットを用いた経口投与による発達神経毒性試験-2 (GLP 対応) : Syngenta Central  
4 Toxicology Laboratory (英国)、2007 年、未公表
- 5 61 ラット胎児及び新生児における p-糖蛋白の発現 : Merck Sharp & Dohme Research  
6 Laboratories (米国)、1995 年、未公表
- 7 62 ラットを用いたアベルメクチン B1a の乳汁中濃度測定試験 : Syngenta Central Toxicology  
8 Laboratory (英国)、2005 年、未公表
- 9 63 ラット哺育児における血中濃度測定 (GLP 対応) : Syngenta Central Toxicology Laboratory  
10 (英国)、2006 年、未公表
- 11 64 アカゲザルの P-糖蛋白の免疫組織化学的染色 : Merck Institute for Therapeutic Research  
12 (米国)、1995 年、未公表
- 13 65 アカゲザルの P-糖蛋白の免疫組織化学的染色 : Merck Institute for Therapeutic Research  
14 (米国)、1995 年、未公表
- 15 66 アバメクチン及びイベルメクチンのサルにおける急性経口毒性及び血中濃度測定試験 (GLP  
16 対応) : Merck Institute for Therapeutic Research (米国)、1985 年、未公表
- 17 67 CF-1 マウスにおける催奇形性試験 : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories (米国)、  
18 1976 年、未公表
- 19 68 CF-1 マウスにおける催奇形性試験 : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories (米国)、  
20 1977 年、1986 年、未公表
- 21 69 CF-1 マウスにおける妊娠動物毒性試験 : Merck Sharp & Dohme Research Laboratories (米  
22 国)、1986 年、未公表
- 23 70 CF-1 マウスにおける妊娠動物毒性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research  
24 Laboratories (米国)、1986 年、未公表
- 25 71 CF-1 マウスにおける催奇形性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research  
26 Laboratories (米国)、1986 年、未公表
- 27 72 CF-1 マウスにおける催奇形性試験 (GLP 対応) : Merck Sharp & Dohme Research  
28 Laboratories (米国)、1986 年、未公表
- 29 73 農薬抄録アバメクチン(殺虫剤) (平成 22 年 7 月 23 日改訂) : シンジェンタジャパン株式  
30 会社、2010 年、一部公表予定
- 31 74 Kalken et al.. Multidrug Resistance Gene (P-Glycoprotein) Expression in the Human  
32 Fetus. *American Journal of Pathology* Vol. 141, No. 5, 1992.
- 33 75 Macfarland et al.. Stage-specific distribution of P-glycoprotein in first-trimester and  
34 full-term human placenta. *Histochemical Journal* 26, 417-423 (1994).
- 35 76 Yamamoto A, et al.. ABCB1 is predominantly expressed in human fetal neural  
36 stem/progenitor cells at an early development stage. *J Neurosci Res.* 2009  
37 Sep;87(12):2615-23.
- 38 77 Sun M, et al.. Expression of the multidrug resistance P-glycoprotein, (ABCB1

- 1 glycoprotein) in the human placenta decreases with advancing gestation. *Placenta*. 2006  
2 Jun-Jul;27(6-7):602-9. Epub 2005 Sep 6.
- 3 78 Daood M, et al.. ABC transporter (P-gp/ABCB1, MRP1/ABCC1, BCRP/ABCG2)  
4 expression in the developing human CNS. *Neuropediatrics*. 2008 Aug;39(4):211-8. Epub  
5 2009 Jan 22.
- 6 79 Schumacher U, et al.. The multidrug-resistance P-glycoprotein (Pgp, MDR1) is an early  
7 marker of blood-brain barrier development in the microvessels of the developing human  
8 brain. *Histochem Cell Biol*. 1997 Aug;108(2):179-82.
- 9 80 Virgintino D, et al.. Fetal blood-brain barrier P-glycoprotein contributes to brain  
10 protection during human development. *J Neuropathol Exp Neurol*. 2008 Jan;67(1):50-61.
- 11 81 Fakhoury M, et al.. mRNA expression of MDR1 and major metabolising enzymes in  
12 human fetal tissues. *Drug Metab Pharmacokinet*. 2009;24(6):529-36.
- 13 82 国民栄養の現状－平成 10 年国民栄養調査結果－：健康・栄養情報研究会編、2000 年
- 14 83 国民栄養の現状－平成 11 年国民栄養調査結果－：健康・栄養情報研究会編、2001 年
- 15 84 国民栄養の現状－平成 12 年国民栄養調査結果－：健康・栄養情報研究会編、2002 年