

# 農薬評価書

# ペンフルフェン

2013年4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
○ 食品安全委員会農業専門調査会専門委員名簿.....	3
○ 要約.....	5
I. 評価対象農薬の概要.....	6
1. 用途.....	6
2. 有効成分の一般名.....	6
3. 化学名.....	6
4. 分子式.....	6
5. 分子量.....	6
6. 構造式.....	6
7. 開発の経緯.....	6
II. 安全性に係る試験の概要.....	8
1. 動物体内運命試験.....	8
(1) ラット①.....	8
(2) ラット②（定量的全身オートラジオグラフィー）.....	12
(3) ヤギ.....	13
(4) ニワトリ.....	15
2. 植物体内運命試験.....	17
(1) 水稻.....	17
(2) ばれいしょ.....	18
(3) 小麦.....	18
(4) だいず.....	20
3. 土壌中運命試験.....	21
(1) 好氣的湛水土壌中運命試験.....	21
(2) 好氣的土壌中運命試験①.....	22
(3) 好氣的土壌中運命試験②.....	23
(4) 好氣的/嫌氣的土壌中運命試験.....	24
(5) 土壌吸着試験①.....	25
(6) 土壌吸着試験②.....	25
4. 水中運命試験.....	25
(1) 加水分解試験.....	25
(2) 水中光分解試験（緩衝液）.....	25
(3) 水中光分解試験（自然水）.....	25

5. 土壤残留試験.....	26
6. 作物等残留試験.....	26
(1) 作物残留試験.....	26
(2) 後作物残留試験.....	26
(3) 魚介類における最大推定残留量.....	27
(4) 推定摂取量.....	27
7. 一般薬理試験.....	27
8. 急性毒性試験.....	28
(1) 急性毒性試験.....	28
(2) 急性神経毒性試験(ラット).....	29
9. 眼・皮膚に対する刺激性及び皮膚感作性試験.....	29
10. 亜急性毒性試験.....	29
(1) 90日間亜急性毒性試験(ラット)①.....	29
(2) 90日間亜急性毒性試験(ラット)②(補足試験).....	30
(3) 90日間亜急性毒性試験(イヌ).....	31
(4) 90日間亜急性神経毒性試験(ラット).....	32
11. 慢性毒性試験及び発がん性試験.....	32
(1) 1年間慢性毒性試験(イヌ).....	32
(2) 2年間慢性毒性/発がん性併合試験(ラット).....	33
(3) 18か月間発がん性試験(マウス).....	35
12. 生殖発生毒性試験.....	36
(1) 2世代繁殖試験(ラット).....	36
(2) 発生毒性試験(ラット).....	36
(3) 発生毒性試験(ウサギ).....	37
13. 遺伝毒性試験.....	37
14. その他の試験.....	39
(1) ラットにおける肝臓への影響検討試験.....	39
(2) 4週間免疫毒性試験(ラット).....	40
(3) 雌ラット培養肝細胞を用いた肝薬物代謝酵素及びDNA合成誘導試験.....	40
(4) ヒト女性培養肝細胞を用いた肝薬物代謝酵素及びDNA合成誘導試験.....	41
III. 食品健康影響評価.....	42
・別紙1: 代謝物/分解物略称.....	45
・別紙2: 検査値等略称.....	48
・別紙3: 作物残留試験成績.....	49
・別紙4: 後作物残留試験成績.....	50
・参照.....	51

### <審議の経緯>

- 2011年 11月 15日 農林水産省から厚生労働省へ農薬登録申請に係る連絡及び  
基準値設定依頼（新規：米、ばれいしょ）並びに魚介類へ  
の基準値設定依頼
- 2012年 1月 19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 0119 第7号）
- 2012年 1月 23日 関係書類の接受（参照 1～63）
- 2012年 1月 26日 第416回食品安全委員会（要請事項説明）
- 2012年 7月 26日 第19回農薬専門調査会評価第四部会
- 2013年 2月 28日 第91回農薬専門調査会幹事会
- 2013年 3月 11日 第466回食品安全委員会（報告）
- 2013年 3月 12日 から4月10日まで 国民からの意見・情報の募集
- 2013年 4月 16日 農薬専門調査会座長から食品安全委員会委員長へ報告
- 2013年 4月 22日 第472回食品安全委員会（報告）  
（同日付け厚生労働大臣へ通知）

### <食品安全委員会委員名簿>

- |                |               |
|----------------|---------------|
| (2012年6月30日まで) | (2012年7月1日から) |
| 小泉直子（委員長）      | 熊谷 進（委員長）     |
| 熊谷 進（委員長代理*）   | 佐藤 洋（委員長代理）   |
| 長尾 拓           | 山添 康（委員長代理）   |
| 野村一正           | 三森国敏（委員長代理）   |
| 畑江敬子           | 石井克枝          |
| 廣瀬雅雄           | 上安平冽子         |
| 村田容常           | 村田容常          |

\*：2011年1月13日から

### <食品安全委員会農薬専門調査会専門委員名簿>

(2012年3月31日まで)

- |           |       |        |
|-----------|-------|--------|
| 納屋聖人（座長）  | 佐々木有  | 平塚 明   |
| 林 真（座長代理） | 代田真理子 | 福井義浩   |
| 相磯成敏      | 高木篤也  | 藤本成明   |
| 赤池昭紀      | 玉井郁巳  | 細川正清   |
| 浅野 哲**    | 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  | 増村健一** |
| 上路雅子      | 長尾哲二  | 松本清司   |

白井健二  
太田敏博  
小澤正吾  
川合是彰  
川口博明  
桑形麻樹子\*\*\*  
小林裕子  
三枝順三

永田 清  
長野嘉介\*  
西川秋佳  
布柴達男  
根岸友恵  
根本信雄  
八田稔久

柳井徳磨  
山崎浩史  
山手丈至  
與語靖洋  
義澤克彦  
吉田 緑  
若栗 忍

\* : 2011年3月1日まで

\*\* : 2011年3月1日から

\*\*\* : 2011年6月23日から

(2012年4月1日から)

・ 幹事会

納屋聖人 (座長)  
西川秋佳 (座長代理)  
赤池昭紀  
上路雅子

三枝順三  
永田 清  
長野嘉介  
本間正充

松本清司  
吉田 緑

・ 評価第一部会

上路雅子 (座長)  
赤池昭紀 (座長代理)  
相磯成敏

津田修治  
福井義浩  
堀本政夫

山崎浩史  
義澤克彦  
若栗 忍

・ 評価第二部会

吉田 緑 (座長)  
松本清司 (座長代理)  
泉 啓介

桑形麻樹子  
腰岡政二  
根岸友恵

藤本成明  
細川正清  
本間正充

・ 評価第三部会

三枝順三 (座長)  
納屋聖人 (座長代理)  
浅野 哲

小野 敦  
佐々木有  
田村廣人

永田 清  
八田稔久  
増村健一

・ 評価第四部会

西川秋佳 (座長)  
長野嘉介 (座長代理)  
川口博明

代田眞理子  
玉井郁巳  
根本信雄

森田 健  
山手丈至  
與語靖洋

< 第19回農業専門調査会評価第四部会専門参考人名簿 >

太田敏博

< 第91回農業専門調査会幹事会専門参考人名簿 >

小澤正吾

林 真

## 要 約

殺菌剤「ペンフルフェン」(CAS No. 494793-67-8) について、農薬抄録、各種試験成績等を用いて食品健康影響評価を実施した。

評価に用いた試験成績は、動物体内運命(ラット、ヤギ及びニワトリ)、植物体内運命(水稻、ばれいしょ等)、作物等残留、亜急性毒性(ラット及びイヌ)、亜急性神経毒性(ラット)、慢性毒性(ラット及びイヌ)、発がん性(ラット及びマウス)、繁殖(ラット)、発生毒性(ラット及びウサギ)、遺伝毒性等の試験成績である。

各種毒性試験結果から、ペンフルフェン投与による影響は主に体重(増加抑制)及び肝臓(重量増加、肝細胞肥大等)に認められた。発がん性、繁殖能に対する影響、催奇形性、免疫毒性及び遺伝毒性は認められなかった。

ラットを用いた2年間慢性毒性/発がん性併合試験において無毒性量が求められなかった。最小毒性量で認められた小葉中心性～汎小葉性肝細胞肥大については、発生数が少なく、病変の程度も極めて軽微であったことから、最小毒性量を用いたことによる追加の安全係数を2とすることが妥当であるとされた。

したがって、食品安全委員会は、各試験で得られた無毒性量及び最小毒性量のうち最小値は、ラットを用いた2年間慢性毒性/発がん性併合試験の最小毒性量4.0 mg/kg 体重/日であったことから、これを根拠として、安全係数200(種差:10、個体差:10、最小毒性量を用いたことによる追加係数:2)で除した0.02 mg/kg 体重/日を一日摂取許容量(ADI)と設定した。

## I. 評価対象農薬の概要

### 1. 用途

殺菌剤

### 2. 有効成分の一般名

和名：ペンフルフェン

英名：penflufen

### 3. 化学名

#### IUPAC

和名：2'-[(*RS*)-1,3-ジメチルブチル]-5-フルオロ-1,3-ジメチルピラゾール-4-カルボキサニリド

英名：2'-[(*RS*)-1,3-dimethylbutyl]-5-fluoro-1,3-dimethylpyrazole-4-carboxanilide

#### CAS (No. 494793-67-8)

和名：*N*[2-(1,3-ジメチルブチル)フェニル]-5-フルオロ-1,3-ジメチル-1*H*ピラゾール-4-カルボキサミド

英名：*N*[2-(1,3-dimethylbutyl)phenyl]-5-fluoro-1,3-dimethyl-1*H*pyrazole-4-carboxamide

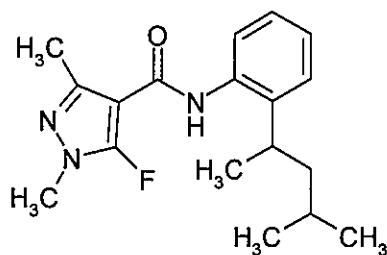
### 4. 分子式

$C_{18}H_{24}FN_3O$

### 5. 分子量

317.41

### 6. 構造式



### 7. 開発の経緯

ペンフルフェンは、バイエルクロップサイエンス社（ドイツ）によって開発されたアルキルアミド系殺菌剤である。作用機構はミトコンドリアの電子伝達系のタンパク質複合体 II、すなわちコハク酸脱水素酵素を阻害することにより呼吸機能に影

響を及ぼし、抗菌活性を示すものと考えられている。今回、農薬取締法に基づく登録申請（新規：米、ばれいしょ）に伴う基準値設定及び魚介類の基準値設定の要請がなされている。



## II. 安全性に係る試験の概要

各種運命試験 [II.1~4] は、ペンフルフェンのフェニル基を  $^{14}\text{C}$  で均一に標識したもの（以下「[phe- $^{14}\text{C}$ ]ペンフルフェン」という。）、ピラゾール環の3位の炭素を  $^{14}\text{C}$  で標識したもの（以下「[pyr- $^{14}\text{C}$ ]ペンフルフェン」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比放射能（質量放射能）からペンフルフェンに換算した値 (mg/kg 又は  $\mu\text{g/g}$ ) を示した。代謝物/分解物略称及び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

#### (1) ラット①

Wistar ラット（一群雌雄各 4 匹）に、[phe- $^{14}\text{C}$ ]ペンフルフェンを 2 mg/kg 体重（以下[1.]において「低用量」という。）で単回投与し、又は Wistar ラット（一群雄 4 匹）に、[phe- $^{14}\text{C}$ ]ペンフルフェンを 200 mg/kg 体重（以下[1.]において「高用量」という。）若しくは [pyr- $^{14}\text{C}$ ]ペンフルフェンを低用量で単回経口投与して、動物体内運命試験が実施された。（参照 1、3、4）

#### ① 吸収

##### a. 血中濃度推移

血漿中薬物動態学的パラメータは表 1 に示されている。

表 1 血漿中薬物動態学的パラメータ

標識体	[phe- $^{14}\text{C}$ ]ペンフルフェン		[pyr- $^{14}\text{C}$ ]ペンフルフェン
	投与量(mg/kg 体重)		2
性別	雄	雌	雄
$T_{\max}$ (hr) <sup>a</sup>	0.67	1.00	1.5
$C_{\max}$ ( $\mu\text{g/g}$ ) <sup>a</sup>	0.74	0.75	19.2
$T_{1/2\text{elim}}$ (hr)	23.6	20.4	—
AUC(hr · $\mu\text{g/g}$ )	2.5	3.6	—

—：投与 48 時間後に腸肝循環によると考えられる高濃度を示したことから、 $1/y^2$  重みづけによる 2-コンパートメントモデル解析を実施しなかったため算出できず。

a：測定値

##### b. 吸収率

胆汁中排泄試験[1. (1)④b.]で得られた低用量投与後 48 時間における尿及び胆汁中への排泄率並びに胃腸管を除く体内における残存放射能の合計から、ペンフルフェンの経口投与後 48 時間の吸収率は少なくとも 91.2%と算出された。

#### ② 分布

投与 72 時間後に血液、臓器・組織を採取して体内分布試験が実施された。

主要臓器及び組織における残留放射能濃度は表 2 に示されている。  
臓器及び組織中残留放射能濃度は、肝臓、赤血球及び腎臓で高かった。

表 2 主要臓器及び組織における残留放射能濃度 (µg/g)

標識体	投与量 (mg/kg 体重)	性別	投与 72 時間後
[phe- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	2	雄	肝臓 (0.0574)、赤血球 (0.0387)、腎臓 (0.0186)、 脾臓 (0.0079)、肺 (0.0076)、心臓 (0.0071)、 筋肉 (0.0044)、副腎 (0.0043)、カーカス <sup>1</sup> (0.0040)、 皮膚 (0.0031)、血漿 (0.0027)
		雌	赤血球 (0.0444)、肝臓 (0.0234)、腎臓 (0.0168)、 甲状腺 (0.0108)、肺 (0.0106)、脾臓 (0.0095)、 カーカス (0.0084)、筋肉 (0.0079)、心臓 (0.0077)、 皮膚 (0.0063)、副腎 (0.0060)、子宮 (0.0044)、 腎周囲脂肪 (0.0044)、卵巣 (0.0040)、大腿骨 (0.0032)、脳 (0.0028)、血漿 (0.0026)
	200	雄	赤血球 (6.74)、肝臓 (6.15)、腎臓 (3.14)、甲 状腺 (1.91)、肺 (1.39)、脾臓 (1.23)、カーカ ス (1.06)、心臓 (1.04)、副腎 (0.867)、筋肉 (0.828)、 皮膚 (0.739)、腎周囲脂肪 (0.604)、血漿 (0.600)
[pyr- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	2	雄	肝臓 (0.0442)、赤血球 (0.0369)、腎臓 (0.0173)、 甲状腺 (0.0185)、肺 (0.0067)、副腎 (0.0065)、 脾臓 (0.0065)、心臓 (0.0059)、筋肉 (0.0049)、 カーカス (0.0046)、皮膚 (0.0040)、大腿骨 (0.0031)、 血漿 (0.0028)

### ③ 代謝

尿及び糞中排泄試験[1. (1)④a.]で採取された尿及び糞、並びに胆汁中排泄試験[1. (1)④b.]で採取された胆汁を試料として代謝物同定・定量試験が実施された。

尿、糞及び胆汁中代謝物は表 3 に示されている。

ペンフルフェンは広範に代謝分解を受け、未変化のペンフルフェンは僅かであった。主要代謝物は M25 で低用量投与群雌において尿と糞の合計で 17% TAR 認められた。多種類の代謝物 (45 種が同定された) が認められたが、個々の代謝物の生成量は少なかった。生成した代謝物に性差はなかったが、生成量については差が認められた。胆汁中の代謝物は主にグルクロン酸及びシステインの抱合体として認められた。

<sup>1</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)。

ペンフルフェンの主要代謝経路は *N*脱メチル化と、分子内の異なる位置の水酸化であった。これらの水酸基の一部は更に酸化されケトンやカルボン酸へと変換された。ほかには、一部の水酸化体やカルボン酸体へのグルクロン酸抱合化やシステイン抱合化、二つの環間の開裂であった。

表3 尿、糞及び胆汁における主要代謝物 (%TAR)

標識体	投与量 (mg/kg 体重)	性別	採取試料 (採取時間)	ペンフル フェン	代謝物
[phe- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	2	雄	尿 (0-48hr)	ND	M21(2.55)、M25(2.18)、M27(1.80)、 M39+M40(1.73)、M05(1.26)、 M19+M20(0.95)、M43(0.86)、 M04(0.83)、M22(0.83)、 M23+M24(0.82)
			糞 (0-48hr)	0.03	M39+M40(6.23)、M27(5.48)、 M37(3.23)、M14(2.90)、M25(2.36)、 M33(1.79)、M22(1.65)、 M19+M20(1.65)、M43(1.51)、 M15(1.50)
			胆汁 (0-48hr)	ND	M32(4.94)、M36(3.95)、 M41+M42(3.88)、M35(2.71)、 M30(2.02)、M21(1.95)、 M39+M40(1.87)、M45(1.74)、 M15(1.64)、M10(1.48)
	200	雄	尿 (0-72hr)	ND	M21(4.59)、M25(2.79)、 M39+M40(2.08)、M27(1.84)、 M04(1.34)、M22(1.32)、M05(1.25)、 M13(1.24)、M19+M20(1.12)、 M23+M24(1.03)
			糞 (0-72hr)	1.79	M39+M40(5.70)、M27(4.56)、 M25(4.25)、M21(2.79)、M14(2.49)、 M37(2.37)、M04(1.92)、M33(1.77)、 M19+M20(1.73)、M17(1.69)、 M22(1.58)
	2	雌	尿 (0-24hr)	ND	M25(8.67)、M06(5.90)、M04(4.30)、 M21(3.30)、M19+M20(2.08)、 M13(1.46)、M17(1.30)、M05(1.30)、 M39+M40(1.18)、M22(1.18)、 M07(1.18)
糞 (0-48hr)			0.10	M25(7.81)、M27(5.43)、 M39+M40(2.83)、M06(2.21)、 M19+M20(2.07)、M22(1.49)、 M37(1.46)、M21(1.38)、M01(1.12)、 M43(1.05)	

[pyr- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	2	雄	尿 (0-48hr)	0.30	M21(2.49)、M25(2.23)、 M39+M40(1.80)、M27(1.77)、 M05(1.11)、M19+M20(0.94)、 M43(0.85)、M22(0.80)、 M11+M12(0.78)、M37(0.73)
			糞 (0-24hr)	0.67	M39+M40(5.60)、M27(4.44)、 M37(2.72)、M14(2.61)、M25(2.58)、 M21(1.96)、M19+M20(1.72)、 M22(1.67)、M33(1.64)、 M11+M12(1.60)

ND：検出されず

#### ④ 排泄

##### a. 尿及び糞中排泄

投与 4、8、12、24、48 及び 72 時間後に尿、24、48 及び 72 時間後に糞を採取して排泄が検討された。

投与後 72 時間における尿及び糞中排泄率は表 4 に示されている。

単回経口投与したペンフルフェンの主要排泄経路は雄では用量及び標識体にかかわらず糞中であつたが、雌では尿、糞で同程度であつた。投与放射能は 72 時間後までに約 90%TAR 以上が排泄された。

表 4 投与後 72 時間における尿及び糞中排泄率 (%TAR)

標識体	[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン		[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン	
	雄	雌	雄	雌
投与量 (mg/kg 体重)	2		200	2
性別	雄	雌	雄	雌
尿	27.9	47.3	33.6	27.6
糞	66.8	46.0	61.1	66.6
胃腸管	0.074	0.189	1.20	0.066
胃腸管以外の体内	0.320	0.396	0.597	0.334
合計	95.1	93.9	96.5	94.6

##### b. 胆汁中排泄

胆管カニューレを挿入した Wistar ラット (一群雄 4 匹) に、[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを低用量で単回経口投与して、胆汁中排泄試験が実施された。

投与後 24 及び 48 時間の胆汁、尿及び糞中排泄率は表 5 に示されている。

主要排泄経路は胆汁中で、48 時間後までに胆汁中に 65~70%TAR が排泄された。(参照 1、3)

表5 投与後24及び48時間の胆汁、尿及び糞中累積排泄率(%TAR)

投与後時間	24	48
尿	19.0	21.0
糞	4.44	5.21
胆汁	65.0	69.9
排泄物合計	88.4	96.1
胃腸管	/	0.729
胃腸管以外の体内		0.331
体内合計		1.06
合計		97.2

/: 分析が実施されていない

(2) ラット② (定量的全身オートラジオグラフィー)

Wistar ラット (一群雌雄各 8 匹) に [phe-<sup>14</sup>C] ペンフルフェン又は [pyr-<sup>14</sup>C] ペンフルフェンを 5 mg/kg 体重で単回強制経口投与し、尿、糞及び呼気を採取するとともに、経時的にと殺し、定量的全身オートラジオグラフィーが実施された。(参照 1、5、6)

① 分布

主要臓器及び組織における残留放射能濃度は表 6 に示されている。

雌雄とも、T<sub>max</sub> 付近では肝臓及び腎臓で残留放射能濃度が高かったが、経時的に減少した。特定の臓器及び組織への残留傾向は認められなかった。

表 6 主要臓器及び組織における残留放射能濃度 (µg/g)

標識体	性別	投与 1 時間後 (T <sub>max</sub> 付近)	投与 168 時間後
[phe- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	雄	肝臓 (4.54)、腎髄質 (3.73)、腎皮質 (1.95)、副腎 (1.19)、心筋 (1.04)、血液 (0.988)	血液 (0.040)、肝臓(0.036)、腎髄質(0.023)、副腎(0.014)、腎皮質(0.013)
	雌	肝臓 (4.62)、腎髄質 (3.48)、副腎 (3.06)、褐色脂肪 (2.98)、腎皮質 (2.46)、心筋 (1.93)、膵臓 (1.74)、唾液腺 (1.69)、甲状腺 (1.54)、ハーダー腺 (1.48)、卵巣 (1.44)、脳下垂体 (1.43)、子宮 (1.38)、血液 (1.32)	血液 (0.053)、肝臓(0.030)、腎髄質(0.024)、副腎(0.019)、骨格筋(0.014)
[pyr- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	雄	肝臓 (6.30)、腎髄質 (4.41)、腎皮質 (2.33)、副腎 (1.83)、ハーダー腺 (1.26)、心筋 (1.24)、血液 (1.17)	血液 (0.053)、肝臓(0.048)、腎髄質(0.029)、腎皮質(0.020)、肺(0.018)、副腎(0.018)
	雌	肝臓 (7.50)、腎髄質 (6.09)、ハーダー腺 (3.76)、褐色脂肪 (3.72)、副腎 (3.65)、腎皮質 (3.60)、心筋 (2.57)、膵臓 (2.38)、唾液腺 (2.25)、甲状腺 (2.06)、脳下垂体 (1.82)、卵巣 (1.78)、血液 (1.71)	血液 (0.068)、肺(0.034)、肝臓(0.030)、腎髄質(0.029)、副腎(0.024)

## ② 尿、糞及び呼気中排泄

投与後 168 時間以内に、雄では 65~68%TAR が糞中に、33~34%TAR が尿中に排泄された。主要排泄経路は糞中であつた。雌では尿及び糞中排泄率は同程度 (57~61%TAR 及び 41~61%TAR) であつた。ペンフルフェンは投与後 72 時間で 95%以上が排泄された。呼気への排泄は雌雄とも 0.07%TAR 以下であつた。

## (3) ヤギ

泌乳ヤギ (各 1 匹) に [phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は [pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを低用量で 1 日 1 回 (朝の搾乳後) 5 日間反復強制経口投与し、乳汁、尿及び糞を経時的に採取し、最終投与 24 時間後に臓器及び組織を採取して、体内運命試験が実施された。

投与開始後 120 時間にペンフルフェンは 60~72%TAR が糞中に排泄され、11~16%TAR が尿中に排泄された。

投与開始後 120 時間における乳汁及び可食部各組織中における残留濃度及び主要代謝物は表 7 に示されている。

両標識体とも 10%TRR を超えて認められた代謝物は、M21、M21 のグルクロン酸抱合体である M66、M04、M40 及び M40 の異性体である M33 であつた。

未変化のペンフルフェンは脂肪中に 19~43%TRR 認められたほか、肝臓及び筋肉に僅かに認められた。

乳汁中濃度は日周変化を示し、投与 24 時間後には投与 8 時間後より減少したことから、ペンフルフェン及び代謝物は乳汁中に蓄積しないと推察された。(参照 1、7、8)

表7 乳汁及び可食部各組織中における残留濃度及び主要代謝物

標識体		[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン					
試料		肝臓	腎臓	筋肉*	脂肪*	乳汁 (午前)	乳汁 (午後)
総残留放射能	µg/g	0.297	0.126	0.012	0.018	0.033	0.085
	%TAR	0.067	0.005	0.036	0.021	0.203	
ペンフルフェン	µg/g	0.004	ND	ND	0.003	ND	ND
	%TRR	1.4	ND	ND	19.0	ND	ND
M04	µg/g	0.007	0.020	a	0.001	b	b
	%TRR	2.3	16.1	2.1	5.1	ND	ND
M21	µg/g	0.006	0.005	0.002	0.001	0.004	0.014
	%TRR	2.1	3.8	15.3	7.3	13.6	16.2
M33	µg/g	0.004	ND	a	ND	0.003	0.007
	%TRR	1.4	ND	1.0	ND	10.3	8.1
M40	µg/g	0.005	0.003	a	ND	0.008	0.016
	%TRR	1.7	2.6	3.3	ND	24.1	18.6
M66	µg/g	0.044	0.017	0.001	0.002	0.001	0.002
	%TRR	14.9	13.3	5.2	10.2	2.5	2.6
標識体		[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン					
試料		肝臓	腎臓	筋肉*	脂肪*	乳汁 (午前)	乳汁 (午後)
総残留放射能	µg/g	0.319	0.084	0.009	0.013	0.037	0.062
	%TAR	0.062	0.003	0.027	0.016	0.104	
ペンフルフェン	µg/g	ND	ND	a	0.006	ND	0.001
	%TRR	ND	ND	1.0	43.0	ND	1.1
M04	µg/g	0.003	0.015	a	ND	b	b
	%TRR	1.0	17.6	1.6	ND	ND	ND
M21	µg/g	0.004	0.005	0.002	0.002	0.003	0.009
	%TRR	1.2	5.7	18.3	13.9	8.3	14.2
M33	µg/g	0.011	ND	ND	ND	0.002	0.005
	%TRR	3.5	ND	ND	ND	6.1	7.9
M40	µg/g	0.020	0.003	a	ND	0.008	0.011
	%TRR	6.2	3.1	5.4	ND	21.4	17.5
M66	µg/g	0.033	0.009	a	0.002	0.001	0.001
	%TRR	10.3	10.3	2.3	15.1	2.6	1.4

\* : 筋肉及び脂肪量はそれぞれ体重の30%及び12%として算出

ND : 検出されず

a : 0.001 µg/g 未満

b : 0.01 µg/g 未満

#### (4) ニワトリ

産卵鶏 (白色レグホン、各6羽) に[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを2.05 mg/kg 体重又は[pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを1.94 mg/kg 体重で1日1回 (午前) 14日間反復強制経口投与し、卵及び排泄物を経時的に採取し、最終投与6時間後に臓器及



び組織を採取して、体内運命試験が実施された。

最終投与後 6 時間における各組織及び卵中における残留濃度及び主要代謝物は表 8 に示されている。

両標識体とも最終投与後 6 時間に 92~95%TAR が排泄物中に認められた。卵への移行は 0.11~0.14%TAR (約 0.1 µg/g 以下) であった。

10%TRR を超えて認められた代謝物は、[phe-<sup>14</sup>C]標識体投与群の筋肉中での M38 (0.005 µg/g) のみであったが、そのアグリコンである M23 も比較的多く認められた。未変化のペンフルフェンは脂肪及び卵中にも認められた。(参照 1、9、10)

表 8 各組織及び卵中における残留濃度及び主要代謝物

標識体	試料	総残留放射能		ペンフルフェン (%TRR)	代謝物 (%TRR)
		(µg/g)	(%TAR)		
[phe- <sup>14</sup> C] ペンフルフェン	肝臓	0.619	0.058	ND	M38(7.1)、M66(4.7)、M23(3.3)
	腎臓	0.401	0.010	/	/
	卵巣及び卵管内の卵	0.194	0.015	/	/
	筋肉*	0.045	0.063	ND	M38(10.1)、M23(8.4)、M66(5.7)、M21(4.8)、M28(3.8)
	皮膚*	0.108	0.015	/	/
	脂肪*	0.098	0.046	77.9	M02(1.5)
	卵(全期間合量)	0.102	0.139	11.7	M02(9.0)、M68(7.8) <sup>a</sup> 、M21(6.1)、M03(5.8)、M23(5.3)
[pyr- <sup>14</sup> C] ペンフルフェン	肝臓	0.636	0.059	ND	M38(8.1)、M66(7.3)、M23(4.8)
	腎臓	0.378	0.010	/	/
	卵巣及び卵管内の卵	0.160	0.017	/	/
	筋肉*	0.047	0.072	ND	M49 及び M50(7.2)、M38(7.1)、M23(7.0)、M48(4.9)、M66(3.7)、M21(3.7)
	皮膚*	0.138	0.020	/	/
	脂肪*	0.103	0.046	74.3	M02(5.8)
	卵(全期間合量)	0.069	0.112	4.6	M21(6.6)、M23(5.8)、M02(4.9)、M38(4.2)、M69(3.6)

\* : 筋肉、脂肪及び皮膚の重量はそれぞれ体重の 40%、12%及び 4%として算出

/ : 分析が実施されていない

ND : 検出限界未満

a : 異性体の合計

ヤギ及びニワトリで認められた代謝物は抱合体も含め全てラットと共通であり、主要代謝経路はラットとほぼ同様と推定された。

## 2. 植物体内運命試験

### (1) 水稻

3~4 葉期に移植した水稻（品種：日本晴）に、[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は [pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 500~520 g ai/ha の用量（実施用量の 2.5~2.6 倍相当）で、移植時に植穴処理し、処理 108 日後に成熟した稲試料を採取して、植物体内運命試験が実施された。

水稻中の残留放射能分布は表 9 に示されている。

残留放射能は稲わらで多く（12~13 mg/kg）、玄米で少なかった（0.017~0.023 mg/kg）。玄米及びもみ殻の主要成分はペンフルフェン（それぞれ 0.005 mg/kg 及び 0.077~0.115 mg/kg）及び M02（それぞれ 0.004~0.005 mg/kg 及び 0.091~0.095 mg/kg）であったが、稲わらでは多くの代謝物が少量ずつ生成し、10%TRR を超える代謝物は認められなかった。また、[pyr-<sup>14</sup>C]標識体処理の稲わらで M47、M50、M52 が認められ、稲わらではフェニル環とピラゾール環の結合部位における開裂が起こることが示唆された。

ペンフルフェンの水稻における主要代謝経路はフッ素原子のグルタチオン置換抱合化とグルタチオンの更なる代謝によるスルホン酸体等への変換及びアルキル側鎖の水酸化であった。（参照 1、11、12）

表 9 水稻における残留放射能分布

標識化合物	試料	残留放射能(mg/kg)			抽出液中の同定化合物	
		総残留	抽出液	抽出残渣	ペンフルフェン (mg/kg) (%TRR)	代謝物(%TRR)
[phe- <sup>14</sup> C] ペンフルフェン	稲わら	12.1	11.5	0.592	0.404 (3.3)	M56(6.1)、M53(5.8)、 M57(5.0)、M55+M59(3.9)、 M54(3.8)、M02(3.1)、 M58(2.1)
	もみ殻	0.294	0.260	0.034	0.077 (26.4)	M02(31.0)、M53(4.2)、 M57(3.6)、M54(3.5)、 M55+M59(3.4)
	玄米	0.017	0.010	0.007	0.005 (31.3)	M02(22.9)
[pyr- <sup>14</sup> C] ペンフルフェン	稲わら	13.3	12.7	0.577	0.386 (2.9)	M53(5.8)、M56(5.7)、 M57(5.4)、M54(4.1)、 M55+M59(4.0)、M02(2.8)、 M58(2.6)、M47(0.4)、 M50(0.2)、M52(0.2)
	もみ殻	0.418	0.373	0.046	0.115 (27.5)	M02(22.7)、M53(8.0)、 M54(7.4)、M57(3.7)
	玄米	0.023	0.016	0.008	0.005 (20.0)	M02(20.1)、M53(7.0)

## (2) ばれいしょ

ばれいしょ（品種：Clivia）に、[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は[pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 166～190 g ai/kg の用量で種いも処理、又は 530～544 g ai/ha の用量で植溝中の種いもへ散布処理し、処理 140 日後に成熟期の塊茎を採取して、植物体内運命試験が実施された。

ばれいしょ塊茎における残留放射能濃度は表 10 に示されている。

標識部位や処理方法の違いにかかわらず、代謝プロファイルは類似していた。塊茎から 74～81%TRR の放射能が抽出され、抽出液における主要残留放射能はペンフルフェンであった。同定された代謝物は合計で 42.2～52.1%TRR（0.007～0.060 mg/kg）であり、主要代謝物は M02（0.002～0.008 mg/kg、5.7～12.0%TRR）であった。その他の代謝物は抱合体であった。（参照 1、13、14）

表 10 ばれいしょ塊茎における残留放射能濃度

標識化合物	処理区	残留放射能(mg/kg)			抽出液中の同定化合物	
		総残留	抽出液	抽出残渣	ペンフルフェン(mg/kg)(%TRR)	代謝物(%TRR)
[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン	種いも処理	0.015	0.011	0.004	0.003(21.5)	M02(12.0)、M60(6.4)、M63(3.6)、M62(3.2)
	植溝中散布	0.110	0.088	0.022	0.021(18.9)	M60(9.8)、M02(5.7)、M62(3.4)、M61(2.2)、M63(2.1)
[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン	種いも処理	0.079	0.065	0.015	0.016(20.1)	M02(9.9)、M60(9.1)、M63(5.2)、M61(5.1)、M62(2.6)
	植溝中散布	0.127	0.097	0.030	0.036(28.2)	M02(6.6)、M60(6.0)、M63(3.3)、M62(1.8)、M61(1.3)

## (3) 小麦

小麦（品種：Thasos）に、[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は[pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 10～12 g ai/ha 又は 117～120 g ai/ha の用量で小麦種子に塗沫処理し、茎葉伸長初期（処理 52 日後）に採取した茎葉、乳熟後期（処理 91 日後）に採取した茎葉を室温で 4 日乾燥した干し草並びに成熟期（処理 109 日後）に採取したわら（含もみ殻）及び穀粒を試料として植物体内運命試験が実施された。

小麦試料における残留放射能分布は表 11 に、1 倍量区の小麦抽出液中における主要代謝物は表 12 に示されている。

穀粒中の残留放射能はごく僅か（0.01 mg/kg 未満）であった。茎葉、干し草及びわら中にはペンフルフェンはほとんど残留せず、10%TRR を超えた代謝物は M62、M63 及び M64 であった。（参照 1、15、16）

表 11 小麦試料における残留放射能分布

標識体		[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン				[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン			
試料		茎葉	干し草	わら	穀粒	茎葉	干し草	わら	穀粒
処理区		1 倍量区							
抽出液	mg/kg	0.027	0.067	0.145	0.001	0.029	0.069	0.158	0.002
	%TRR	89.3	86.8	82.8	65.3	92.2	85.7	85.4	71.9
抽出残渣	mg/kg	0.003	0.010	0.030	<0.001	0.002	0.011	0.027	0.001
	%TRR	10.7	13.2	17.2	34.7	7.8	14.3	14.6	28.1
総残留量	mg/kg	0.030	0.077	0.175	0.001	0.031	0.080	0.186	0.003
	%TRR	100	100	100	100	100	100	100	100
処理区		10 倍量区							
抽出液	mg/kg	0.264	0.584	1.35	0.006	0.270	0.437	1.61	0.006
	%TRR	91.9	90.5	89.8	77.4	92.7	91.3	88.8	69.5
抽出残渣	mg/kg	0.023	0.061	0.153	0.002	0.021	0.042	0.203	0.003
	%TRR	8.1	9.5	10.2	22.6	7.3	8.7	11.2	30.5
総残留量	mg/kg	0.287	0.646	1.50	0.008	0.291	0.479	1.81	0.009
	%TRR	100	100	100	100	100	100	100	100

表 12 1 倍量区の小麦抽出液中における主要代謝物

標識体		[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン			[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン		
試料		茎葉	干し草	わら	茎葉	干し草	わら
ペンフルフェン	mg/kg	ND	0.001	ND	0.000	0.001	ND
	%TRR	ND	1.4	ND	1.3	1.3	ND
M02	mg/kg	ND	0.002	0.005	ND	0.003	0.010
	%TRR	ND	2.0	2.6	ND	3.9	5.2
M47	mg/kg	ND	ND	ND	ND	0.002	0.004
	%TRR	ND	ND	ND	ND	2.8	1.9
M57	mg/kg	0.001	ND	0.010	0.001	0.002	0.004
	%TRR	3.5	ND	5.9	2.5	2.0	1.9
M59	mg/kg	0.002	0.004	0.004	0.002	0.003	0.010
	%TRR	6.7	5.2	2.4	5.4	4.1	5.5
M62	mg/kg	0.003	0.007	0.015	0.003	0.006	0.019
	%TRR	8.6	9.5	8.3	8.9	7.9	10.1
M63	mg/kg	0.006	0.021	0.037	0.011	0.028	0.049
	%TRR	20.2	27.7	21.1	35.3	34.5	26.4
M64	mg/kg	0.006	0.012	0.016	0.005	0.008	0.026
	%TRR	19.5	15.4	9.2	16.7	10.4	13.8

ND：検出されず

ペンフルフェンのばれいしょ及び小麦における主要代謝経路は、①アルキル側鎖3位又は4位の水酸化に続くグルコース抱合化及びグルコースへのマロン酸抱合化、②フッ素原子のグルタチオン置換による抱合体の生成とグルタチオン基の更なる酸化並びに③アミド結合の加水分解であった。

#### (4) だいず

だいず（品種：Merlin）に、[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は[pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを5.8～5.9 g ai/haの用量で種子に塗沫処理、又は51～52 g ai/haの用量で播種後だいず近傍に土壌処理し、側枝形成期（処理29～30日後）に採取した茎葉、さやの20%成熟期（処理63～64日後）に採取した植物体を室温で4日間乾燥した干し草及び成熟期（処理110～116日後）に採取した種実を試料として植物体内運命試験が実施された。

だいず試料における残留放射能分布は表13に、だいず抽出液中における主要代謝物は表14に示されている。

可食部である種実への移行は僅かであった。ペンフルフェンは広範に代謝され、数種の代謝物が生成した。10%TRR以上認められた代謝物はM65及びM52で、それぞれ種実で23～77%TRR及び65%TRR以下認められた。

ペンフルフェンのだいずにおける主要代謝経路は、①フッ素原子のホモグルタチオン置換抱合化及びホモグルタチオンの更なる代謝、②アルキル側鎖3位の水酸化とそれに続くグルコース抱合化及びグルコースへのマロン酸抱合化、③アミド結合の加水分解及びN脱メチル化並びにメチル基のカルボキシル基への酸化であった。（参照1、17、18）

表 13 だいず試料における残留放射能分布

標識体		[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン			[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン		
試料		茎葉	干し草	種実	茎葉	干し草	種実
処理区		1 倍量区					
抽出液	mg/kg	0.165	0.020	NA	0.192	0.026	NA
	%TRR	93.8	86.4	NA	95.2	85.5	NA
抽出残渣	mg/kg	0.011	0.003	NA	0.010	0.004	NA
	%TRR	6.2	13.6	NA	4.8	14.5	NA
総残留量	mg/kg	0.175	0.023	0.002	0.202	0.031	0.004
	%TRR	100	100	100	100	100	100
処理区		10 倍量区					
抽出液	mg/kg	NA	NA	0.010	NA	NA	0.022
	%TRR	NA	NA	87.8	NA	NA	88.2
抽出残渣	mg/kg	NA	NA	0.001	NA	NA	0.003
	%TRR	NA	NA	12.2	NA	NA	11.8
総残留量	mg/kg	0.398	0.258	0.011	0.498	0.249	0.025
	%TRR	100	100	100	100	100	100

NA：分析を実施せず

表 14 だいず抽出液\*中における主要代謝物

標識体		[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン			[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン		
試料		茎葉	干し草	種実	茎葉	干し草	種実
ペンフルフェン	mg/kg	0.003	0.006	ND	0.004	ND	ND
	%TRR	2.0	24.1	ND	2.1	ND	ND
M52	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.016
	%TRR	ND	ND	ND	ND	ND	65.1
M57	mg/kg	0.004	ND	ND	0.008	ND	ND
	%TRR	2.2	ND	ND	3.7	ND	ND
M61	mg/kg	0.023	ND	ND	0.020	ND	ND
	%TRR	13.2	ND	ND	10.0	ND	ND
M63	mg/kg	0.006	0.009	ND	0.012	0.011	ND
	%TRR	3.4	38.4	ND	5.8	36.8	ND
M65	mg/kg	0.104	0.005	0.009	0.114	0.014	0.006
	%TRR	59.3	21.4	77.3	56.5	45.9	22.5

\*：茎葉及び干し草は 1 倍量処理区、種実は 10 倍量処理区より得られた抽出液

ND：検出されず

### 3. 土壌中運命試験

#### (1) 好氣的湛水土壌中運命試験

砂壤土（イタリア）に[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は[pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 0.16～0.17 mg/kg 乾土となるように処理し、約 3.5 cm の湛水状態、好氣的条件

下、25±2℃の暗所で185日間インキュベートして土壌中運命試験が実施された。  
 湛水土壌における放射能分布は表15に示されている。

ペンフルフェンの湛水条件下での減衰は緩慢で処理185日後における未変化のペンフルフェンの残存率は71~72%TARであった。

推定半減期は1年以上と算出された。(参照1、19)

表15 湛水土壌における放射能分布(%TAR)

処理後日数(日)		0	3	7	14	35	62	100	185	
[phe- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	ペンフル フェン	水層	19.6	30.5	23.4	17.0	10.1	7.8	5.8	3.3
		土壌	73.5	62.1	69.4	72.5	77.7	72.8	73.8	69.0
	総可溶性 放射能	水層	22.0	30.9	23.8	17.3	10.4	8.9	6.8	5.7
		土壌	73.8	62.1	69.8	72.6	77.8	72.7	74.4	69.7
	結合性 残留物	土壌	1.6	3.9	5.7	7.6	1.3	15.7	16.5	21.3
	<sup>14</sup> CO <sub>2</sub>		NA	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.7	1.1
	その他の揮発性物 質		NA	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
総放射能収支		97.4	97.0	99.4	97.7	99.8	97.9	98.5	97.9	
[pyr- <sup>14</sup> C] ペンフル フェン	ペンフル フェン	水層	16.8	30.5	20.2	17.3	11.5	7.5	6.1	3.1
		土壌	75.5	65.1	73.5	74.8	76.8	73.5	73.1	67.5
	総可溶性 放射能	水層	18.4	31.0	20.6	17.8	11.9	8.5	7.3	6.2
		土壌	75.8	65.1	73.9	74.9	79.0	74.2	75.7	68.6
	結合性 残留物	土壌	1.7	3.6	5.5	7.0	11.1	13.6	15.5	20.8
	<sup>14</sup> CO <sub>2</sub>		NA	<0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4
	その他の揮発性物 質		NA	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
総放射能収支		95.9	99.8	100	99.8	102	96.5	99.8	96.0	

NA: 該当なし

## (2) 好氣的土壌中運命試験①

砂壤土、壤土(2種)及びシルト質壤土(全てドイツ)の4種の土壌に[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを0.67 mg/kg 乾土となるように処理し、土壌水分を最大容水量の54%に調整し、好氣的条件下、19.7±0.2℃の暗所で120日間インキュベートして土壌中運命試験が実施された。

ペンフルフェンは好氣的土壌中において緩やかに減衰し、処理120日後における未変化のペンフルフェンの残存率は49.4~70.6%TARであった。分解物はM02が処理120日後に7.0~14.9%TAR 検出された。非抽出性結合残留物はいずれの土壌においても経時的に増加し、処理120日後に11.4~19.3%TAR 認められた。

ペンフルフェンの好氣的条件下 4 種土壤における FOMC<sup>2</sup>キネティクスモデルによる推定半減期は 120～459 日と算出された。

塩化カルシウム抽出物中の濃度と土壤抽出物における濃度から、脱着係数が算出され、処理 0 日後における有機炭素含有率により補正した脱着係数  $K_{oc}(des)$  は 339～426、処理 120 日後における同係数  $K_{oc}(des)$  は 809～1,130 であった。

(参照 1、20)

### (3) 好氣的土壤中運命試験②

シルト質壤土 (米国) 及び砂壤土 (米国) に [phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は [pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 0.11 mg/kg 乾土となるように処理し、好氣的条件下、25±1℃の暗所で 365 日間インキュベートして土壤中運命試験が実施された。

好氣的土壤における代謝分解物分布は表 16 に示されている。

標識体や土壤の違いにかかわらず、好氣的条件下でペンフルフェンは経時的に減衰し、処理 365 日後に検出されたペンフルフェンは 40～56% TAR であった。分解物として M02 及び M51 が認められ、それぞれ最大値はシルト質壤土における処理 365 日後の 17.0% TAR、シルト質壤土における処理 273 日後の 11.5% TAR であった。

推定半減期はシルト質壤土で 249 日、砂壤土で 432 日と算出された。(参照 1、21)

---

<sup>2</sup> FOMC モデル : First Order Multi Compartment Model : 二相反応モデル



表 16 好氣的土壤における代謝分解物分布 (%TAR)

土壤			シルト質壤土				砂壤土			
処理後日数 (日)			90	180	273	365	90	180	271	365
[phe- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン	抽出物	ペンフルフェン	72.7	58.6	36.5	43.2	88.1	71.0	62.8	54.3
		M02	9.7	14.6	16.0	14.5	3.5	6.6	9.7	9.4
		M51	3.0	6.2	11.5	9.1	0.0	0.0	0.0	1.9
		未同定	3.5	2.9	2.5	3.6	1.0	2.2	0.3	3.6
		合計	88.9	82.3	66.6	70.5	92.7	79.8	72.9	69.1
	<sup>14</sup> CO <sub>2</sub>		2.5	4.8	8.1	9.8	1.6	6.0	6.8	8.1
	結合性残留		10.7	16.8	23.2	23.9	8.2	15.9	17.5	21.3
	総残留放射能		102	104	97.9	104	102	102	97.2	98.6
[pyr- <sup>14</sup> C]ペンフルフェン	抽出物	ペンフルフェン	67.8	57.5	47.0	40.3	86.4	72.7	64.3	55.9
		M02	12.0	15.6	15.5	17.0	4.0	6.2	9.3	8.9
		M51	3.9	6.2	8.1	10.2	0.0	0.0	0.0	1.6
		未同定	3.1	2.6	3.0	3.9	0.0	2.3	3.2	2.9
		合計	86.8	81.9	73.6	71.5	90.3	81.2	76.8	69.2
	<sup>14</sup> CO <sub>2</sub>		1.5	3.7	5.1	7.9	1.5	3.9	5.1	7.6
	結合性残留		12.7	17.4	20.2	25.8	6.9	15.1	15.6	17.6
	総残留放射能		101	103	98.9	105	98.7	100	97.5	94.5

好氣的土壤におけるペンフルフェンの主要分解経路は *m*-ブチル側鎖の 3 位の水酸化であった。シルト質壤土では更に酸化が進み M51 が生成した。

#### (4) 好氣的/嫌氣的土壤中運命試験

シルト質壤土 (ドイツ) に [phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェン又は [pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 0.667~0.695 mg/kg 乾土となるように処理し、土壤水分を最大容水量の約 55% に調整し、好氣的条件下約 20°C の暗所で 30 日間インキュベートした後湛水 (水深約 3cm) し、嫌氣的条件下、約 20°C の暗所で 184 日間インキュベートして嫌氣的土壤中運命試験が実施された。

総残留放射能の回収率は 92.5~98.5%TAR であった。好氣的条件下において M02 が 6%TAR まで増加したが、嫌氣的条件移行後は増加しなかった。抽出された放射能の大部分は未変化のペンフルフェンであった。ペンフルフェンは嫌氣的条件開始 184 日後に約 70%TAR に減少し、15%程度が非抽出性結合残留へと緩やかに変化した。

推定半減期は 1 年以上と算出された。(参照 1、22)

#### (5) 土壌吸着試験①

[phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを用いて、5種類の土壌 [砂壤土 (ドイツ)、シルト質壤土 (ドイツ)、壤土 (ドイツ)、壤質砂土 (米国)、埴壤土 (米国)] における土壌吸着試験が実施された。

Freundlich の吸着係数  $K_{ads}$  は 2.71~6.10、有機炭素含有率により補正した吸着係数  $K_{oc}$  は 210~410 であった。(参照 1、23)

#### (6) 土壌吸着試験②

ペンフルフェンを用いて、1種類の土壌 [黒ボク土 (茨城)] における土壌吸着試験が実施された。

Freundlich の吸着係数  $K_{ads}$  は 15.1、有機炭素含有率により補正した吸着係数  $K_{oc}$  は 334 であった。(参照 1、24)

### 4. 水中運命試験

#### (1) 加水分解試験

pH4 (酢酸緩衝液)、pH7 (トリス塩酸緩衝液) 及び pH9 (ホウ酸緩衝液) の各種滅菌緩衝液に [phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 1 mg/L となるように添加した後、 $50 \pm 0.1^\circ\text{C}$  密封条件下、暗所で 7 日間インキュベートして加水分解試験が実施された。

ペンフルフェンは、3種全ての pH において安定で、7 日後に、pH4 で 101% TAR、pH7 で 102% TAR、pH9 で 97.5% TAR 認められた。

ペンフルフェンの減衰経路の推定及び速度論的解析はできなかった。(参照 1、25)

#### (2) 水中光分解試験 (緩衝液)

pH7 (リン酸緩衝液) の滅菌緩衝液に [phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 0.961 mg/L 又は [pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 0.883 mg/L となるように添加した後、 $25 \pm 1^\circ\text{C}$  で 6 日間キセノンランプ (光強度:  $1,090 \text{ W/m}^2$ 、波長範囲: 300~800 nm) を照射して水中光分解試験が実施された。

ペンフルフェンは照射 6 日後に 71~84% TAR まで減少した。一方、暗所対照中では、分解はほとんどみられなかった。<sup>14</sup>CO<sub>2</sub> は光照射区で 6 日間に 0.2~2.0% TAR 検出された。

ペンフルフェンの pH7 緩衝液中での推定半減期は 17.3 日、北緯 35° (東京)、5 月の自然太陽光下における推定半減期は 164 日と算出された。(参照 1、26)

#### (3) 水中光分解試験 (自然水)

滅菌河川水 (pH7.8、ドイツ) に [phe-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 1.03 mg/L 又は [pyr-<sup>14</sup>C]ペンフルフェンを 0.954 mg/L となるように添加した後、 $25^\circ\text{C}$  で 70 時

間キセノンランプ（光強度：1,064～1,078 W/m<sup>2</sup>、波長範囲：300～800 nm）を照射して水中光分解試験が実施された。

ペンフルフェンは経時的に分解され、照射 70 時間後に 57.6～62.5% TAR に減少した。[phe-<sup>14</sup>C]標識体処理区からは 5% TAR を上回る分解物は認められなかった。[pyr-<sup>14</sup>C]標識体処理区からは M47 (6.8% TAR) 及び M46 (9.7% TAR) の 2 種の分解物が認められた。暗所対照試料中では、分解は起こらなかった。

ペンフルフェンの自然水中での推定半減期は 3.50～4.46 日、北緯 35°（東京）、5 月の自然太陽光下における半減期は 32.7～41.4 日と算出された。（参照 1、27）

## 5. 土壌残留試験

火山灰・壤土（茨城）、沖積・埴壤土（千葉）及び沖積・壤土（高知）を用いて、ペンフルフェン及び分解物 M02 を分析対象化合物とした土壌残留試験（圃場）が実施された。推定半減期は表 17 に示されている。（参照 1、28）

表 17 土壌残留試験成績

圃場	濃度 (g ai/ha)	土壌	推定半減期 (日)	
			ペンフルフェン	ペンフルフェン+M02
水田	200 <sup>G</sup>	火山灰・壤土	2	2
		沖積・埴壤土	2	2
畑地	360 <sup>SC</sup>	火山灰・壤土	124	124
		沖積・壤土	27	27

G：粒剤、SC：フロアブル剤

## 6. 作物等残留試験

### (1) 作物残留試験

水稻及びびばれいしょを用い、ペンフルフェン及び代謝物 M02 を分析対象化合物とした作物残留試験が国内で実施された。

結果は別紙 3 に示されている。ペンフルフェンは、可食部においては全て定量限界未満であった。また、水稻（稲わら）においては、最大 0.17 mg/kg 認められた。代謝物 M02 については全て定量限界未満であった。（参照 1、29）

### (2) 後作物残留試験

ペンフルフェンを 375 g ai/ha の用量で土壌表面に 1 回散布処理し、14 日後及び 28 日後にかぶ及びほうれんそうを播種して栽培し、84 日後（土壌処理後日数は 98 及び 112 日）に収穫して、ペンフルフェン及び代謝物 M02 を分析対象とした後作物残留試験が実施された。

結果は別紙 4 に示されている。

ペンフルフェン及び代謝物 M02 の後作物への残留量はいずれも定量限界未満