

II. 試験結果概要

ビフェナゼートのビフェニルの A 環を ^{14}C で標識したもの (Ph- ^{14}C ビフェナゼート)、ヒドラジンカルボン酸エステル部分のカルボニル基炭素を ^{14}C で標識したもの (Car- ^{14}C ビフェナゼート)、ビフェナゼートのヒドラジン酸化体 (以下「アゾ体」又は「代謝物 B¹」という。) のビフェニルの A 環を ^{14}C で標識したもの (Ph- ^{14}C 代謝物 B) を用いて各種試験が実施された。放射能濃度及び代謝物濃度は特に断りがない場合ビフェナゼートに換算した。(他の代謝試験も同様)

1. ラットにおける動物体内運命試験

(1) 吸収・分布・代謝・排泄 (Ph- ^{14}C ビフェナゼート)

Ph- ^{14}C ビフェナゼートを 10mg/kg 体重 (低用量)、1000mg/kg 体重 (高用量) の用量で単回強制経口投与し、ビフェナゼートの SD ラットを用いた吸収・分布・代謝・排泄試験が実施された。

血漿中放射能濃度推移については、血漿中最高濃度到達時間 (T_{\max}) が低用量投与群で 5~6 時間、高用量投与群で 18~24 時間、血漿中放射能最高濃度 (C_{\max}) が低用量投与群で 5.6~6.4 $\mu\text{g/g}$ 、高用量投与群で 71~119 $\mu\text{g/g}$ 、消失半減期 ($T_{1/2}$) が低用量投与群で 12~13 時間、高用量投与群で 12~16 時間であった。

投与後 168 時間までの糞及び尿中排泄率はそれぞれ低用量投与群で投与放射能 (TAR) の 66% 及び 24~25%、高用量投与群でそれぞれ 82~83% TAR 及び 8~9% TAR であった。胆汁排泄率は、投与後 72 時間までで低用量投与群で 69~74% TAR、高用量投与群で 21~26% TAR であった。吸収率²は低用量投与群で 79~85% TAR、高用量投与で 22~29% TAR であった。性差は認められなかった。

単回投与における主要組織の残留放射能は表 1 に示すとおり。

表 1 単回投与における主要組織の残留放射能 ($\mu\text{g/g}$ 臓器)

投与条件	T_{\max} 時付近*	投与 168 時間後
Ph- ^{14}C 低用量	雄 肝臓(7.61), 血漿 (6.39), 膀胱 (5.04), 全血(4.09), 腎臓(3.96), 赤 血球(3.40)	全ての組織で 0.42 以下
	雌 血漿 (4.83), 肝臓(4.71), 膀胱 (4.12), 腎臓 (3.90), 全血 (3.78), 赤血球(2.61)	

¹ 代謝物の略称は別紙 1 を参照 (以下同じ)

² 吸収率 = 胆汁中排泄率 + 尿中排泄率

Ph- ¹⁴ C 高用量	雄	腸間膜脂肪(114), 血漿(105), 全血(81.2), 腎臓(73.6), 肝臓(66.8), 赤血球(57.4), 膀胱(57.4), 肺(36.0), 心臓(28.8), 脾臓(17.8)	赤血球(28.9), 脾臓(25.3), 全血(15.4), 肝臓(11.1), 腎臓(10.8), 心臓(4.86), 肺(4.49)
	雌	膀胱(73.1), 血漿(48.9), 全血(45.0), 赤血球(38.1), 肝臓(35.5), 腎臓(33.5), 肺(21.2), 心臓(16.6), 脾臓(9.86)	脾臓(68.2), 赤血球(47.2), 肝臓(18.0), 全血(14.8), 腎臓(14.6), 心臓(7.88), 肺(6.08)

※低用量：投与 6 時間後、高用量：投与 18 時間後

尿、糞及び胆汁中で認められた代謝物は表 2 に示すとおり。

表 2 尿、糞及び胆汁中における代謝物

投与条件及び排泄箇所	時間 (hr)	ビフェナゼート (%TAR)	代謝物 (%TAR)	
Ph- ¹⁴ C 低用量 10mg/kg 体重	尿	0~96	N.D.	V(9.0~12), U(4.2~9.5), W(0.2~4.8)
	糞	0~96	4.8~7.2	R*(6.3~8.9), E(5.5~7.1), X(3.6~6.8), Y(2.4~5.6), B(4.2~5.0), その他(3.5 未満)
	胆汁	0~24	N.D.	E(17~20), F(17~19), R*(9.2~12.1), G, X 及び Y(7.6 未満)
Ph- ¹⁴ C 高用量 1000mg/kg 体重	尿	0~96	N.D.	U(4.4~5.4), その他(2.3 未満)
	糞	0~96	48~61	X(2.4~6.6), R(4.7~5.6), その他(2.1 未満)
	胆汁	0~72	0.4~0.6	R*(9.0~13.4), F, E, G 及び X(2.8 未満), Y(N.D.)

※代謝物 R：ビフェナゼートのグルクロン酸抱合体

ビフェナゼートは速やかなヒドラジン酸化（以下「アゾ化」という。）の後、O-脱メチル化、ベンゼン環の水酸化及びジアゾカルボン酸エステル側鎖の脱離による分子開裂及びグルクロン酸または硫酸抱合反応を受け体外に排泄されると考えられる。（参照 6）

(2) 雌ラットにおける組織内濃度 (Ph-¹⁴C ビフェナゼート)

Ph-¹⁴C ビフェナゼートを 1000mg/kg 体重（高用量）の用量で SD ラットの雌（一群各 2 匹）に単回強制経口投与し、雌ラットにおける組織内濃度（脾、血液、血漿、血球及び肝）の測定が実施された。

高用量投与群の雌の脾臓において、投与後 168 時間まで経時的に放射能濃度が増加し

たため（1.（1）参照）、脾臓及び投与 168 時間後の残留濃度が高い血液、血漿、血球及び肝臓についての組織内濃度が 30 日後まで調べられたところ、脾臓では 14 日後の $47 \mu\text{g/g}$ を最高値として 21 日及び 30 日後にはそれぞれ $36 \mu\text{g/g}$ 、 $13 \mu\text{g/g}$ に減少し、その他については投与 1 日後が最高濃度となり、30 日後には肝臓で $1.3 \mu\text{g/g}$ 、血液、血漿及び血球については検出限界以下に減少した。（参照 7）

（3）血漿、赤血球及び脾臓中代謝物

Ph- ^{14}C ビフェナゼートを 10mg/kg 体重（低用量）及び 200mg/kg 体重（高用量）の用量で単回強制経口投与し、SD ラットにおける組織（血漿、赤血球、脾）中の代謝物が分析された。

血漿、赤血球及び脾臓中の組織中残留濃度は、低用量投与群でそれぞれ $5.7\sim 8.96$ 、 $0.7\sim 1.3$ 及び $0.6\sim 1.2 \mu\text{g/g}$ 、高用量投与群でそれぞれ $45\sim 68$ 、 $10\sim 12$ 及び $5.8\sim 12 \mu\text{g/g}$ であった。代謝物等の比率は表 3 に示すとおり。

表 3 血漿、赤血球及び脾臓中における代謝（試料中放射能に対する割合,%）

	低用量（投与 4 時間後）			高用量（投与 6 時間後）		
	血漿	赤血球	脾臓	血漿	赤血球	脾臓
酢酸エチル画分 ビフェナゼート	0.4~0.8	48~50	17~27	N.D.	35~36	45~49
E	55~59	N.D.	32~51	47~49	N.D.	27~28
X	0.2	25~28	9.0~12	N.D.	2.9~6.0	2.6~4.8
水面分	34~37	8.5~13	4.1	44~48	25~32	N.D.
抽出残渣	—	11~13	5.7~7.7	—	27~33	11

N.D.: 検出されず —: 該当なし

血漿中の中性水面分について酵素分解したところ、低及び高用量投与群でそれぞれ血漿中放射能の 84%及び 91%が代謝物 E として遊離したことから、血漿中代謝物の多くが E のグルクロン酸/硫酸抱合体であると考えられる。

赤血球では高用量投与群で水分面に赤血球中放射能の 25~32%、残渣に 27~33%認められたが、水面分はプロテアーゼ分解及び凍結乾燥/メタノール抽出を、残渣は酸性/アルカリ性下加熱加水分解を試みたが、いずれの処理においても放射能化合物はほとんど遊離しないことから、赤血球成分に強固に結合していると考えられる。また、Car- ^{14}C ビフェナゼートを高用量投与し 6 時間後に赤血球中の代謝物比率が分析されたところ、ビフェナゼートが赤血球中放射能の 85.4%、代謝物 X が 4.4%、水分面に 4.8%、残渣に 4.1%認められた。Ph- ^{14}C ビフェナゼート投与後の水面分及び抽出残渣比率（それぞれ約 30%）が Car- ^{14}C ビフェナゼート投与後よりも高いことから、Ph- ^{14}C ビフェナゼート投与後の赤血球中水面分及び抽出残渣中代謝物はカルボニル部位を有しないビフェニル代謝物に由来するものと考えられる。（参照 8~9）

(4) 吸収・分布・代謝・排泄 (Car-¹⁴C ビフェナゼート)

Car-¹⁴C ビフェナゼートを 10mg/kg 体重 (低用量)、1000mg/kg 体重 (高用量) の用量で単回強制経口投与し、ビフェナゼートの SD ラットを用いた吸収・分布・代謝・排泄試験が実施された。

投与 48 時間後までに低用量投与群では呼気中、糞中及び尿中にそれぞれ 36.8%TAR、48.2%TAR 及び 4.5%TAR が、高用量投与群では呼気中、糞中及び尿中にそれぞれ 4.9%TAR、85.8%TAR 及び 0.6%TAR が排泄された。

72 時間後の組織残留量は、肝臓において低用量投与群で 0.27µg /g、高用量投与群で 4.2µg /g であり最も組織内濃度が高かったが、他の組織での残留濃度は低く、組織残留性は認められなかった。

投与後 24 時間までの低及び高用量投与群における尿中への排泄は、ビフェナゼート及び代謝物ともに、ほとんど認められなかった。投与後 48 時間までの低用量投与群の糞中への排泄は、ビフェナゼートが 7.1%TAR、代謝物として X、Z がそれぞれ 7.4%TAR、5.9%TAR、その他の代謝物として Y、B 等が認められたが、いずれも 1.3%TAR 未満であった。投与後 48 時間までの高用量投与群の糞中への排泄は、ビフェナゼートが 77.0%TAR、代謝物として X、B、Z 及び Y 等が認められたが、いずれも 1.6%TAR 以下であった。

カルボニル部分は代謝分解により CO₂ となり、呼気中に排泄されると考えられる。(10 参照)

(5) ラット門脈血漿中のビフェナゼート及び代謝物 B の分析

ビフェナゼート又は代謝物 B を 10mg/kg 体重の用量で強制経口投与した SD ラットの門脈中の血漿を採取し、ビフェナゼート及び代謝物 B の分析が行われた。

ビフェナゼート投与 0.5~2 時間後にビフェナゼートと代謝物 B の合計にしめる代謝物 B の存在率 2%以上を示す試料が 18 試料中 6 試料認められた。これは、ラット体内でビフェナゼートから代謝物 B への変換を示していると考えられる。

代謝物 B 投与 1 時間後の門脈血漿中からビフェナゼート及び代謝物 B は認められなかった。これは、代謝物 B が腸管吸収時に分解されたためと考えられる。(参照 11)

(6) ビフェナゼート及び代謝物 B のラットにおける吸収、分布、代謝及び排泄

Ph-¹⁴C ビフェナゼート又は Ph-¹⁴C 代謝物 B を 10mg/kg 体重の用量で強制経口投与し、ビフェナゼート及び代謝物 B の SD ラット (一群雄 2 匹) を用いた吸収、分布、代謝及び排泄試験が実施された。

ビフェナゼート及び代謝物 B の吸収、分布、代謝及び排泄の結果は表 4 に示すとおり。

ビフェナゼート投与の場合、血漿、肝及び脾からビフェナゼート及び代謝物 X (ベンゼン環の水酸化) が認められたことから、ビフェナゼートとして吸収されると考えられる。ビフェナゼートは、①N-抱合化又はベンゼン環水酸化 (X) に続く抱合体形成後、胆汁を介し糞中へ排泄、②アゾ化(B)を経た脱メチル体(Z)として糞中へ排泄、③ヒドラジンカルボン酸エステルの脱離により生成したビフェニル関連代謝物が抱合体形成後、尿及び糞中に排泄されると考えられる。

代謝物 B 投与の場合、アゾカルボン酸エステル部分を有する代謝物はほとんど認めら

れず、分子開裂が速やかに起こると考えられる。ビフェナゼートの場合と比べ、生成したビフェニル関連代謝物のうち G の生成比率が増加し、その抱合体が尿中に多く排泄されたことから、ビフェナゼート及び代謝物 B における尿及び糞の排泄比率に違いが生じたと考えられる。(参照 12)

表 4 ビフェナゼート及び代謝物 B の吸収、分布、代謝及び排泄

		ビフェナゼート	代謝物 B
排泄	糞中(%TAR) 0~72hr	62.8	44.3
	尿中(%TAR) 0~72hr	28.8	46.8
	胆汁中(%TAR) 0~24hr	55.4	22.9
血漿濃度推移	C _{max} (µg/g)	6.96	13.2
	T _{max} (hr)	5.77	5.81
	T _{1/2} (hr)	6.52	7.23
組織分布	6hr 後 (µg/g)	血漿(8.32)、肝(6.55)、血液(6.23)、副腎(3.61)、腎(3.51)、脂肪(2.95)及び肺(2.59)、その他(1.7未満)	
	72hr 後 (µg/g)	肝(0.72)、腎(0.34)、肺(0.18)、血液(0.17)、その他(0.1未満)	肝(0.28)、副腎(0.25)、腎(0.13)、血液(0.12)、その他(0.1未満)
代謝	尿中 0~48hr	G のグルクロン酸又は硫酸抱合体(10.6%TAR)、E の抱合体(2.0%TAR)	G のグルクロン酸又は硫酸抱合体(20.7%TAR)
	糞中 0~72hr (代謝物Bは0~48hr)	Z(6.6%TAR)、A(5.8%TAR)、E及びX(それぞれ3.0%TAR程度)、その他の代謝物(2%TAR未満)	D、G(それぞれ4%TAR程度)
	胆汁中 0~24hr	E のグルクロン酸又は硫酸抱合体(11.6%TAR)、F、G、A、Y の抱合体(それぞれ3~5%TAR程度)、その他の代謝物(2%TAR未満)	G及びEのグルクロン酸又は硫酸抱合体(それぞれ7.5%TAR、3.6%TAR)
代謝	血漿中 4hr 後	TRR=8.94µg/g : ビフェナゼート(0.5%TRR)、E(47.3%TRR)	TRR=11.3µg/g : ビフェナゼート(<0.1%TRR)、E(30.1%TRR)
	肝中 4hr 後	TRR=7.66µg/g : ビフェナゼート(5.3%TRR)、E(10%TRR)、X(5.6%TRR)	TRR=4.5µg/g : ビフェナゼート(1.3%TRR)、E(30.1%TRR)、G(9.3%TRR)
	脾中 4hr 後	TRR=1.37µg/g : ビフェナゼート(22.9%TRR)、E(26.8%TRR)、X(7.0%TRR)	TRR=0.89µg/g : ビフェナゼート(0.3%TRR)、E(71.5%TRR)

2. 植物体内運命試験

(1) 温州みかん (Ph-¹⁴C ビフェナゼート)

Ph-¹⁴C ビフェナゼートを 5 年生の果実肥大後期～着色初期のみかん樹全面に 420g ai/ha で散布し、散布後 0、28、56、84 日後に検体として果実及び葉を採取し、ビフェナゼートの温州みかん (品種: *C. unshiu Marcovitch*) における代謝試験が実施された。

84 日後のみかん果実の総残留放射能 (TRR) は 0.28mg/kg で、その分布は果皮で 41%、果肉で 4.1%、表面洗浄液に 55%であった。果皮と表面洗浄液でビフェナゼートが 50%TRR(0.14mg/kg)、代謝物として D、B、H 及び C がいずれも 2.6%TRR 未満、果皮で水溶性物質が 3.3%TRR 認められた。果肉ではビフェナゼートが 0.42%TRR(0.001mg/kg)、水溶性物質が 2.6%TRR 認められたほか、代謝物はほとんど認められなかった (0.01%TRR 以下)。

84 日後のみかん葉の TRR は 16.5mg/kg で、そのうち表面洗浄液に 71%であり、みかん葉に処理された Ph-¹⁴C ビフェナゼートの浸透移行速度は果実より遅かった。葉における代謝は果実中と同様であり、葉と表面洗浄液でビフェナゼートが 55%TRR(9.15mg/kg)、代謝物として B、D、C 及び H が認められたがいずれも 3.4%TRR 未満であった。

ビフェナゼートはみかん果実において、代謝物 B 及び C に酸化され、代謝物 B はさらに D 及び H に代謝され、これらは水酸化ビフェニル誘導体やその一部は糖抱合体に変換され高極性の水溶性代謝物に代謝されるほか、植物体構成成分に取り込まれると考えられる。(参照 13)

(2) 温州みかん (Ph-¹⁴C ビフェナゼート及び Car-¹⁴C ビフェナゼート)

Ph-¹⁴C 及び Car-¹⁴C ビフェナゼートをみかん果実表面に処理し、14 日後に検体として果実を採取し、ビフェナゼートの温州みかんにおける代謝試験が実施された。

試験結果は表 5 に示すとおり標識位置による大きな違いは認められなかった。その他の代謝物は標識体間に差はなく、ただビフェニル部分のみを有する代謝物 D が微量検出された。ヒドラジンカルボン酸エステル部分のみの代謝物は認められなかった。(参照 14、9)

表 5 みかんにおける Ph-¹⁴C 及び Car-¹⁴C ビフェナゼートの代謝比較 (数値は TAR%)

	Ph- ¹⁴ C ビフェナゼート	Car- ¹⁴ C ビフェナゼート
表面洗浄液	76	81
果皮	18	9.5
果肉	<0.1	<0.1
表面洗浄液及び果皮中 ビフェナゼート	68	66
代謝物	B(2.0), D(<0.1)	B(1.6), D (<0.1)

(3) オレンジ

Ph-¹⁴C ビフェナゼートを 4 回目の結実期を迎えるオレンジ樹に 420g ai/ha (通常施用

区) 及び 2240g ai/ha (過剰施用区) となるように散布し、散布後 0、43、184、274、442 日に検体として成熟果実及び葉を採取し、ピフェナゼートのオレンジにおける代謝試験が実施された。

43 日後の成熟オレンジ果実の TRR は通常施用区で 0.35mg/kg、過剰施用区で 1.47mg/kg であった。通常処理区では、表面洗浄液中で 77.8%、果皮で 20.2%、果肉で 0.9%、ジュースで 1.2% であり、果皮と表面洗浄液ではピフェナゼートが 75%TRR(0.266mg/kg)、主要代謝物として B が 7.4%TRR(0.026mg/kg)、果肉及びジュースからはピフェナゼートのみが認められ、0.2%TRR(0.001mg/kg) 及び 0.7%TRR(0.003mg/kg) であった。微量代謝物として C、D 及び H が同定されたが、いずれも 1%TRR 未満であった。過剰施用区についても、通常施用区と同様の傾向が認められた。

施用されたピフェナゼートは大部分が果実表面に残留し、少量が緩やかに果実内部に浸透し、代謝物 B に酸化され、最終的に極性代謝物及び結合体残留物として存在すると考えられる。(参照 15)

(4) りんご

Ph-¹⁴C ピフェナゼートを 1987 年に移植したりんご樹(Granny Smith 種)に 420g ai/ha (通常施用区) 及び 2240g ai/ha (過剰施用区) となるように茎葉散布し、散布後 0、31、101 日後に検体として果実及び葉を採取し、ピフェナゼートのりんご樹における代謝試験が行われた。

101 日後の通常施用区の全果実における残留放射能及びその内容については表 6 に示すとおり。

表 6 101 日後の果実における残留放射能(通常施用区)

試料部位	残留放射能 (%)	ピフェナゼート (%TRR)	代謝物 (%TRR)
表面洗浄液	54.8	33.0	B(4.8), C 及び D(1.0 未満)
絞りかす	34.9	0.6	B(0.8), C 及び D(0.1 以下)
ジュース	10.4	0.1 未満	B, C 及び D (0.1 以下)

※果実全体の TRR は 0.088mg/kg (2 本の果樹から得られた値の平均値)

101 日後の通常施用区の葉では、TRR が 9.3mg/kg であり、ピフェナゼートと代謝物 B が認められた。

過剰施用区でも、残留放射能及びその内容については通常施用区と同様の傾向が認められたが、全果実中から微量代謝物として I が 0.3%TRR (0.001mg/kg) 認められた。

ピフェナゼートのりんご中への浸透はきわめて少量であり、果実中に浸透した少量のピフェナゼートは代謝物 B に酸化され、最終的に多数の極性産物及び結合体残留物へと広範に代謝されると考えられる。(参照 16)

(5) なす

①なす幼植物における代謝試験

Ph-¹⁴C ビフェナゼートをアセトニトリル溶液 200 μ g/ml に調製したものの 100 μ L を、6 葉期まで栽培したなす(品種：千両 2 号)の第 4 葉の表側に処理し、処理後 3、7、14 日後に処理葉、処理葉より上部、処理葉より下部及び根部を検体として、ビフェナゼートのなす幼植物における代謝試験が実施された。

14 日後の検体全体の TRR は 4.4mg/kg であり、処理葉の表面洗浄液画分で 71.7%、有機溶媒抽出画分で 15.5%、水面分及び残渣でそれぞれ 5.95%、11.7%認められた。また、処理葉以外の合計で 1.04%であったことから、処理葉からそれ以外の植物体へ移行するビフェナゼート及び代謝物の量は極めて少ないと考えられる。

14 日後の処理葉で、ビフェナゼートが 12.0%TRR (0.50mg/kg)、代謝物として B、K、C、G、D、F 及び少なくとも 8 種類の未知代謝物が認められたが、いずれも 6%TRR 未満であった。(参照 17)

②土壌処理後のなすへの吸収、移行及び代謝

Ph-¹⁴C ビフェナゼートを 100g ai/10a となるようになす(品種：千両 2 号)を栽培しているポットの土壌表面に灌注し、散布後 7、14、21、28 日後に検体として果実、へた、花、葉及び茎を採取し、土壌表面に落下したビフェナゼートのなすにおける吸収、移行及び代謝試験が実施された。

28 日後のなすにおける放射能濃度は果実中で 5.3 μ g/kg、葉及び茎で 52 μ g/kg、花で 12.9 μ g/kg といずれも 0.3%TAR 以下であり、なすの根からの土壌中のビフェナゼート及びその代謝物の地上部への移行は少ないと考えられる。なお、なす採取後の土壌には残留放射能が 72mg/kg 認められ、アセトニトリル、アセトニトリル塩酸抽出により 7.5%TAR が抽出された。抽出液からビフェナゼート、代謝物 B、D、H 及び E が認められた。(参照 18)

3. 土壌中運命試験

(1) 好氣的土壌運命試験 (日本土壌：Ph-¹⁴C ビフェナゼート)

好氣的土壌(軽埴土：静岡、滅菌及び非滅菌)において Ph-¹⁴C ビフェナゼートを、乾土当たり約 0.4mg/kg となるように均一に分布させて、25 $^{\circ}$ C の暗条件下で 28 日間インキュベートし、ビフェナゼートの軽埴土における好気土壌中運命試験が実施された。

非滅菌土壌において、抽出可能画分は添加直後の 99.6%TAR から 28 日後には 13.6%TAR に減少し、抽出残渣は 28 日後で 72.8%TAR となった。

施用直後でビフェナゼートは 85.0%TAR であり、0.5 時間後には 8.37%TAR に減少した。ビフェナゼートの分解に伴い、分解物 B が急速に増加し、0.5 時間後には 77.7%TAR と最高濃度に達した後、急速に分解し、28 日後には 1.19%TAR となった。分解物 D、H 及び J が 1 日後にそれぞれ 22.8%TAR、7.9%TAR 及び 5.59%TAR と最高濃度に達した後、28 日後にそれぞれ 1.93%TAR、0.84%TAR 及び 0.48%TAR に減少した。土壌から発生する放射性気体については、28 日後までに CO₂ として 17.1%TAR 認められた。

半減期はビフェナゼートのみでは分解が急速であったため求められず、ビフェナゼート

と分解物 B を合わせたもので 8.6 時間、分解物 B で 8.0 時間、分解物 D で 5.2 日であった。

滅菌土壌において、抽出可能画分は添加直後の 102% TAR から 28 日後には 65.7% TAR に減少し、抽出残渣は 28 日後で 34.1% TAR となった。

滅菌土壌において、ビフェナゼートは施用直後で 93.8% TAR であり、0.5 時間後には 20.7% TAR に減少した。ビフェナゼートの分解に伴い、分解物 B が急速に増加し、施用直後の 4.6% TAR から 0.5 時間後には 73.5% TAR と最高濃度に達した後、速やかに分解し、28 日後には 34.6% TAR となった。非滅菌土壌と代謝物生成のパターンが類似していたが、全体的な分解速度は遅く、分解物 B の半減期は 12.6 日であった。分解物 D 及び H は施用直後から緩やかに増加し 14 日後には 8.59% TAR 及び 3.13% TAR 認められた。土壌から発生する放射性気体は認められなかった。

ビフェナゼートは主に非生物学的な機構により分解物 B に酸化され、次いで主に生物学的な反応により分解物 D に分解され、H や J を生成し、これらのビフェニル基を有する主要分解物はさらに微生物によって分解され、最終的に CO₂ に無機化されるか、腐食物質中に取り込まれるか、もしくは腐食物質自体に代謝されて結合性残留物となると考えられる。(参照 19)

(2) 好氣的土壌運命試験 (米国土壌)

好氣的土壌(砂壤土:米)において Ph-¹⁴C ビフェナゼートを、乾土当たり約 0.4mg/kg となるように均一に分布させて、25±1℃の暗条件下で 28 日間インキュベートし、ビフェナゼートの砂壤土における好氣土壌中運命試験が実施された。

非滅菌土壌においては、施用直後でビフェナゼートは 93.2% TAR であり、0.5 時間後には 2.8% TAR に減少した。ビフェナゼートの分解に伴い分解物 B が急速に増加し、0.5 時間後には 92% TAR と最高濃度に達した後、急速に分解し、28 日後には 2.8% TAR となった。土壌から発生する放射性気体については、28 日後までに CO₂ として 1.1% TAR が認められた。

半減期はビフェナゼートで 0.5 時間未満、分解物 B で 7.3 時間、分解物 D で 60 日であった。

ビフェナゼートは分解物 B に酸化された後、芳香族ラジカル中間体に分解し、分解物 D を生成するほか、腐植質に取り込まれて結合性残留物を生成すると考えられる。(参照 20)

(3) 好氣的土壌運命試験 (日本土壌: Car-¹⁴C ビフェナゼート)

好氣的土壌(埴壤土:岩手)において Car-¹⁴C ビフェナゼートを土壌当たり 1.2mg/kg となるように均一に分布させて、25℃の暗条件下で 144 時間インキュベートし、Car-¹⁴C ビフェナゼートの土壌中運命試験が実施された。

ビフェナゼートは添加直後で 88.9% TAR、24 時間後で 2.38% TAR、144 時間後で 1% TAR 未満に減少した。5% TAR を超えて生成した分解物は B のみであった。

分解物 B は添加直後で 7.08% TAR、24 時間後で 5.50% TAR、144 時間後で 1.66% TAR と減少した。その他 9 種類以上の分解物が認められたが、3.10% TAR 以下であり、これらは経時的に減少した。残渣中放射能は添加直後で 0.15% TAR、24 時間後に 3.31% TAR

に増加した後、144 時間後には 2.14% TAR に減少したことから、ビフェナゼートあるいはカルボニル基を有する代謝物が土壌中に残留することは少ないと考えられる。CO₂が 24 時間後までで 77.5% TAR、144 時間後までで 86.2% TAR 認められたことから、ビフェナゼートのカルボニル部分は土壌中で速やかに脱離し、CO₂になると考えられる。(参照 21)

(4) 嫌気性湛水底質運命試験

米国オハイオ州の池より採取した表面水と低質の実験系（水/低質=3:1）を窒素雰囲気中において嫌気状態とし、その水相に Ph-¹⁴C ビフェナゼートを約 1 mg/kg となるように添加した後、攪拌して水と底質に分布させ、25±1°C の暗条件下で 12 ヶ月インキュベートし、嫌気性湛水底質（米国底質土）における運命試験が実施された。

12 ヶ月後には可溶性画分は 47.2% TAR に減少し、結合性残留物は 51.5% TAR に増加した。CO₂と揮発性物質は 12 ヶ月の試験期間中に少量(0.5% TAR 未満)認められた。

ビフェナゼートは、28 日後で 70.5% TAR、12 ヶ月後で 4.8% TAR が残存し、半減期は 77.9 日であった。分解物としては Z（B の脱メチル体）、E が認められ、それぞれ 8 ヶ月後、10 ヶ月後に最高濃度に達し 14.7% TAR、24.8% TAR であり、12 ヶ月後には 11.4% TAR 及び 21.6% TAR に減少した。

結合性残留物を酸加水分解したところ、分解物 E 等が認められたが、個別の放射能領域では 10% TRR 以下であった。有機物分画の中では放射能の多く（40% TAR）がフミンに認められた。

嫌気条件下で、ビフェナゼートはメチル基の脱離と N=N 結合の形成により、分解物 Z が生成し、分解物 E 又は底質の結合性残留物を生成したと考えられる。（参照 22）

(5) 分解物 D の土壌吸着試験（日本土壌）

ビフェナゼート及びその主要代謝物 B は土壌中の半減期が短いため、土壌中で比較的安定な主要分解物 D について、重埴土、砂質埴壤土、シルト質埴壤土及び壤質砂土を用いて土壌吸着試験が実施された。

K=31~2518、K_{oc}=2793~19384 であった。分解物 D の土壌中での移動性は極めて小さいと考えられる。（参照 23）

(6) 土壌カラムリーチング試験（米国土壌）

米国 4 土壌（シルト質壤土、砂壤土×2、シルト質埴壤土）を用いて土壌カラムリーチング試験が実施された。

内径 4.8cm×高さ 30cm の土壌カラムに 520g ai/ha の割合で Ph-¹⁴C ビフェナゼートを処理後、25±1°C の暗条件下、雨量換算 100mm/日で 5 日間溶出したところ、いずれの土壌カラムにおいても全溶出液中で 3% TAR 未満であり、放射能の多くは土壌カラムの 0~6cm 部分に存在したことから、ビフェナゼートの土壌中でのリーチング性は低いと考えられる。（参照 24）