

5.3 試験中の POPs 等成分の挙動

POPs 等成分の挙動の概要を章末の図に示す。各段階における POPs 等成分の詳細は下記に示すとおりである。

1) 投入農薬、廃液および調整汚泥

(1)投入農薬

投入農薬に含まれる POPs 等成分の総量 (1 日) を算出した結果表 5.11 に示す (POPs 等成分総量は表 5.5 の混合農薬中の POPs 等成分濃度および投入農薬の総量の積により算出)

表 5.11 投入農薬中の POPs 総量 (g)

成分	異性体	農薬総量 (g)	構成比 (%)
		Run1,Run2共通	
BHC	α -BHC	135960.58	44.28
	β -BHC	18611.602	6.06
	γ -BHC	31224.22	10.17
	δ -BHC	15071.218	4.91
	Total	200867.62	65.42
DDT	o,p'-DDE	0	0
	p,p'-DDE	1898.0392	0.62
	o,p'-DDD	1644.8034	0.54
	p,p'-DDD	14186.122	4.62
	o,p'-DDT	10498.222	3.42
	p,p'-DDT	46713.4	15.21
	Total	74940.5866	24.4
ヘプタクロル	ヘプタクロル	0	0
	ヘプタクロルエホキシド	0	0
	Total	0	0
クロルデン	cis-クロルデン	0	0
	trans-クロルデン	0	0
	Total	0	0
ドリソ系	アルドリソ	31224.22	10.17
	エンドリソ	0	0
	デルタドリソ	0	0
Total		307032.4	

表 5.11 に示すとおり、1 日に投入した農薬 (2458.6kg) のうち、POPs 成分量が約 307kg となっている。その中、BHC が約 201kg となっており全体の約 65%を占めている。DDT およびアルドリソの総量がそれぞれ約 75kg、31kg となっており、全体の約 24%、10%を占めている。

(2) 廃液

投入廃液中の POPs 成分量を表 5.12 にまとめた (POPs 等成分総量は表 5.6 の廃液中の POPs 等成分濃度および表 5.3 に示す廃液の総量の積により算出)。

表 5.12 投入廃液中の POPs 総量 (g)

成分	異性体	廃液 総量 (g)		
		ブランク	Run1	Run2
BHC	α -BHC	0	0	0
	β -BHC	0	0	0
	γ -BHC	0	0	0
	δ -BHC	0	0	0
	Total	0	0	0
DDT	o,p'-DDE	0	0	0
	p,p'-DDE	0	0	0
	o,p'-DDD	0	0	0
	p,p'-DDD	0	0	0
	o,p'-DDT	0	0	0
	p,p'-DDT	171360x10 ⁻⁹	221760 x10 ⁻⁹	191520 x10 ⁻⁹
	Total	171360 x10 ⁻⁹	221760 x10 ⁻⁹	191520 x10 ⁻⁹
ヘブタクロル	ヘブタクロル	0	0	0
	ヘブタクロルエポキシド	0	0	0
	Total	0	0	0
クロルテン	cis-クロルテン	0	0	0
	Trans-クロルテン	0	0	0
	Total	0	0	0
ドリリン系	アルドリリン	0	0	0
	エンドリリン	0	0	0
	デルトリリン	0	0	0
Total		171.36x10 ⁻⁶	221.76 x10 ⁻⁶	191.52 x10 ⁻⁶

ブランク、Run1、Run2 の値を見ると、投入 POPs 成分量がそれぞれ約 171.36x10⁻⁶、221.76 x10⁻⁶g および 191.52 x10⁻⁶g となっており、その全てが DDT (p,p'-DDT) となっている。投入農薬中の POPs に比べ廃液中の POPs 等成分量はわずかである。

(3) 調整汚泥

投入した調整汚泥中の POPs 総量を表 5.13 にまとめた (POPs 等成分総量は表 5.6 の調整汚泥の POPs 等成分濃度および表 5.3 に示す調整汚泥の総量の積により算出)。

表 5.13 調整汚泥中の POPs 総量 (g)

成分	異性体	調整汚泥総量 (g)		
		ブランク	Run1	Run2
BHC	α -BHC	0	0	0
	β -BHC	0.4115282	0.4748989	0.06744482
	γ -BHC	0	0	0
	δ -BHC	0	0	0
	Total	0.41	0.47	0.067
DDT	o,p'-DDE	0.1100981	0.01895878	0
	p,p'-DDE	0.6936869	0.150555	0.02387509
	o,p'-DDD	0.0472713	0.01923759	0
	p,p'-DDD	0.3767877	0.1998107	0.04496321
	o,p'-DDT	0.9056732	0.3420015	0.06345015
	p,p'-DDT	4.155381	1.644953	0.3901766
	Total	6.29	2.38	0.52
ヘブ ^o タクロル	ヘブ ^o タクロル	0	0	0
	ヘブ ^o タクロルエボ ^o キント ^o	0	0	0
	Total	0	0	0
クロルテン	cis-クロルテン	0	0	0
	trans-クロルテン	0	0	0
	Total	0	0	0
ドリ ^o リン系	アル ^o ドリ ^o リン	0	0	0
	エン ^o ドリ ^o リン	0	0	0
	ディ ^o アル ^o ドリ ^o リン	0	0	0
Total¹		6.70	2.85	0.59

¹有効数字を3桁としているためPOPs成分の数値と合計は一致しない

調整汚泥中の POPs の総量はブランク、Run1 および Run2 ではそれぞれ 6.70g、2.85g および 0.59g となっている。POPs 成分別で見ると BHC および DDT が検出されている。投入 POPs 農薬中の POPs 成分と比較した場合、その量はわずかである。

表 5.14 に投入農薬およびその他の投入物由来の POPs 成分の総量をまとめた。

表 5.14 投入農薬等中の POPs 等成分総量 (g)

	投入農薬	廃液	調整汚泥
ブランク	0	171×10^{-6}	6.70
Run1	307×10^3	222×10^{-6}	2.85
Run2	307×10^3	192×10^{-6}	0.59

※有効数字を3桁としている

2) ガス処理プロセス

(1)流量について

ブランク、Run1 および Run2 の条件で JF 炉出口および煙突出口で排ガス中の POPs 等農薬の濃度を測定した。この間の平均流量は次に示すとおりである。

なお、試料採取時間は何れの場合でも 4 時間である。

ブランク : 燃焼乾き排ガス量 68700 m³_N/h、煙突乾き排ガス量 45000 m³_N/h

Run1 : 燃焼乾き排ガス量 75500 m³_N/h、煙突乾き排ガス量 41200 m³_N/h

Run2 : 燃焼乾き排ガス量 80900 m³_N/h、煙突乾き排ガス量 44400 m³_N/h

本実験においては、燃焼乾きガス量が煙突乾きガス量の約 1.5~1.8 倍となっている。通常の運転時、燃焼乾きガス量は煙突ガス量の 1.05~1.35 の範囲となっているが、試験期間中燃焼乾き排ガス量が高い値を示している。これは、燃焼ガス測定箇所の煙道内径が設計内径より付着物により減少していたが、設計内径でガス量を算出しているためと考えられる。

なお、POPs 等成分の物質収支の計算には上記の流量を使用している。

(2)ガス中の POPs 等成分

燃焼ガス・排ガス中の POPs 等成分の濃度を表 5.15 にまとめた。

表 5.15 ブランク条件における燃焼ガス等の POPs 濃度 (mg/ m³N-dry) ;O₂=12%

成分	異性体	ブランク		Run1		Run2	
		燃焼ガス	排ガス	燃焼ガス	排ガス	燃焼ガス	排ガス
BHC	α-BHC	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	β-BHC	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	γ-BHC	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	δ-BHC	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	Total	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)
DDT	o,p'-DDE	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	p,p'-DDE	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	o,p'-DDD	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	p,p'-DDD	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	o,p'-DDT	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	p,p'-DDT	0.0000081	0.0000063	0.0000021	0.0000020	0.0000020	0.0000021
	Total	0.0000081	0.0000063	0.0000021	0.0000020	0.0000020	0.0000021
ヘプタクロル	ヘプタクロル	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	ヘプタクロルエホキント	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	Total	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)
クロルテン	cis-クロルテン	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	trans-クロルテン	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	Total	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)	(<0.000002)
ドリノ系	アルドリノ	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	エンドリノ	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
	デイルドリノ	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002	<0.000002
Total		0.0000081	0.0000063	0.0000021	0.0000020	0.0000020	0.0000021
Total (補正)		0.0000401	0.0000383	0.0000341	0.000034	0.000034	0.0000341

Total (補正) : 分解率の検証のため排出側の定量下限値以下および ND は定量下限値を代入した時の合計

表 5.15 に示すとおり、全ての条件で、燃焼ガスにおいては DDT 以外の成分は全て検出下限値 (0.000002 mg /m³N) 以下となっている。

ブランクでは DDT 成分の濃度は燃焼ガスで 0.0000081mg/m³N となっており、排ガスでは 0.0000063 mg /m³N となっている。Run1 では、DDT 成分の濃度が燃焼ガスおよび排ガスでそれぞれ 0.0000021mg/m³N、0.0000020mg/m³N となっている。Run2 では燃焼ガスおよび排ガス、両方において DDT 成分濃度が 0.0020 μ g /m³N 程度となっている。

Run1、Run2 よりもブランクでの DDT 濃度が高い値を示している。これは、投入の調整汚泥 (土壌) 中の DDT 成分がブランク条件で一番高いためと考えられる。

Run2 においては、煙突排ガスの DDT 濃度 (0.0000021 mg/m³N) が燃焼ガス (0.0000020 mg/m³N) よりも高い濃度となっているが、これは分析の誤差の範囲内と考えられる。

なお、排ガス中の POPs 成分濃度が、一般大気中指針値を満足する値となっている。

3) 燃え殻

(1) 試料について

本処理システムにおいては、系外に排出されるものとしては燃え殻が発生する。排出された燃え殻の全量は下記に示すとおりである。

- ・ ブランク : 50.112kg
- ・ Run1 : 54,792kg
- ・ RUN2 : 47,208kg

(2) 燃え殻中の POPs 等成分 (含有量)

燃え殻中の POPs 等成分は表 5.16 に示すとおりである。含有量試験の結果、燃え殻中の POPs 成分の濃度が全て定量下限値以下となっている。

表 5.16 燃え殻中の POPs 等成分濃度 (含有量 ; μ g/kg) ¹

成分	異性体	ブランク	Run1	Run2
BHC	α -BHC	<0.2	<0.2	<0.2
	β -BHC	<0.2	<0.2	<0.2
	γ -BHC	<0.2	<0.2	<0.2
	δ -BHC	<0.2	<0.2	<0.2
	Total	(<0.2)	(<0.2)	(<0.2)
DDT	o,p'-DDE	<0.2	<0.2	<0.2
	p,p'-DDE	<0.2	<0.2	<0.2
	o,p'-DDD	<0.2	<0.2	<0.2
	p,p'-DDD	<0.2	<0.2	<0.2
	o,p'-DDT	<0.2	<0.2	<0.2
	p,p'-DDT	<0.2	<0.2	<0.2
	Total	(<0.2)	(<0.2)	(<0.2)
ハブタクロル	ハブタクロル	<0.2	<0.2	<0.2
	ハブタクロルエホキント	<0.2	<0.2	<0.2
	Total	(<0.2)	(<0.2)	(<0.2)
クロルテン	Cis-クロルテン	<0.2	<0.2	<0.2
	trans-クロルテン	<0.2	<0.2	<0.2
	Total	(<0.2)	(<0.2)	(<0.2)
ドリリン系	アルドリリン	<0.2	<0.2	<0.2
	エンドリリン	<0.2	<0.2	<0.2
	デルトリリン	<0.2	<0.2	<0.2
Total		(<0.2)	(<0.2)	(<0.2)
Total (補正)		3.4	3.4	3.4

Total (補正) : 分解率の検証のため排出側の定量下限値以下および ND は定量下限値を代入した時の合計

¹ : 燃え殻 20g を円筒ろ紙に入れてサロゲート (α -BHC-d₆, p,p'-DDT-13C₁₂, HCB-13C₆, 各 100ng) を加え、アセトン/ジクロロメタン (1 : 1) 120mL で 16 時間以上ソックスレー抽出を行った。無水硫酸ナトリウムで脱水後、約 0.5mL まで濃縮してヘキサンを加えてさらに濃縮し、約 5mL として試料溶液とした。

(3)燃え殻中の POPs 等成分 (溶出試験)

溶出試験の結果を見ると、表 5.17 に示すとおり、ブランクおよび Run2 において、p,p'-DDT の濃度がそれぞれ 0.0109 μ g/L および 0.0132 μ g/L の DDT が検出された。p,p'-DDT 以外の POPs 等農薬の成分は定量下限値以下となっている。

表 5.17 燃え殻中の POPs 等成分濃度

成分	異性体	ブランク	Run1	Run2
		溶出量 (μ g/L)	溶出量 (μ g/L)	溶出量 (μ g/L)
BHC	α -BHC	<0.01	<0.01	<0.01
	β -BHC	<0.01	<0.01	<0.01
	γ -BHC	<0.01	<0.01	<0.01
	δ -BHC	<0.01	<0.01	<0.01
	Total	(<0.01)	(<0.01)	(<0.01)
DDT	o,p'-DDE	<0.01	<0.01	<0.01
	p,p'-DDE	<0.01	<0.01	<0.01
	o,p'-DDD	<0.01	<0.01	<0.01
	p,p'-DDD	<0.01	<0.01	<0.01
	o,p'-DDT	<0.01	<0.01	<0.01
	p,p'-DDT	0.0109	<0.01	0.0132
	Total	0.0109	(<0.01)	0.0132
ヘプタクロル	ヘプタクロル	<0.01	<0.01	<0.01
	ヘプタクロルエポキシド	<0.01	<0.01	<0.01
	Total	(<0.01)	(<0.01)	(<0.01)
クロルテン	Cis-クロルテン	<0.01	<0.01	<0.01
	trans-クロルテン	<0.01	<0.01	<0.01
	Total	(<0.01)	(<0.01)	(<0.01)
ドリリン系	アルドリリン	<0.01	<0.01	<0.01
	エンドリリン	<0.01	<0.01	<0.01
	デルタドリリン	<0.01	<0.01	<0.01
Total		0.0109	(<0.01)	0.0132
Total (補正)		0.1709	0.17	0.1732

Total (補正) : 分解率の検証のため排出側の定量下限値以下および ND は定量下限値を代入した時の合計

4) 排水関連

(1) 試料について

排水の試料を採取した地点を図 5-2 のとおりである。

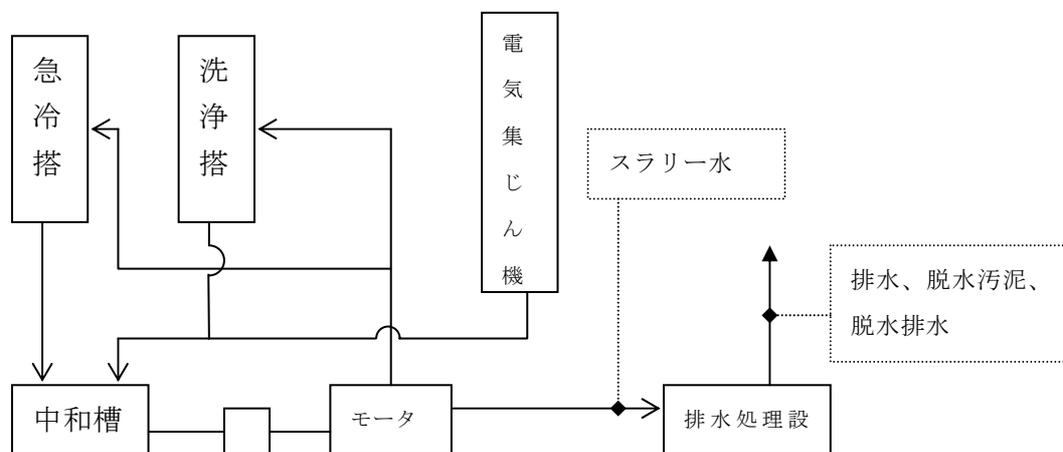


図 5-2 排水の試料採取点

本実験では、スラリー水（循環水の一部をスラリー排水として系内より排水処理施設へ抜きだしている部分）と排水（水処理施設後の汚泥を脱水した排水）の分析を行っている。処理後の排水は隣接する別の工場の排水処理を経て公共水域に放流されるため、法規制値は該当しない。

なお、本試験における排水（循環水）の量は全ての条件で 384,000L となっている。

(2)排水中の POPs 濃度

循環水（スラリー水）および脱水排水中の POPs 等成分濃度を表 5.18 に示した。

表 5.18 排水汚泥中等の POPs 等成分濃度 ($\mu\text{g/L}$)

成分	異性体	ブランク		Run1		Run2	
		循環水	脱水排水	循環水	脱水排水	循環水	脱水排水
BHC	α -BHC	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	β -BHC	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	γ -BHC	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	δ -BHC	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	Total	(<0.01)	(<0.01)	(<0.01)		(<0.01)	(<0.01)
DDT	o,p'-DDE	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	p,p'-DDE	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	o,p'-DDD	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	p,p'-DDD	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	o,p'-DDT	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	p,p'-DDT	0.0325	0.0133	0.0120		<0.01	0.0201
	Total	0.0325	0.0133	0.0120		(<0.01)	0.0201
ヘブタクロル	ヘブタクロル	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	ヘブタクロルエポキシド	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	Total	(<0.01)	(<0.01)	(<0.01)		(<0.01)	(<0.01)
クロルテン	Cis-クロルテン	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	trans-クロルテン	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	Total	(<0.01)	(<0.01)	(<0.01)		(<0.01)	(<0.01)
トリリン系	アルトリリン	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	エントリリン	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
	テイルトリリン	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01
Total		0.0325	0.0133	0.0120		(<0.01)	0.0201
Total (補正)		0.1925	0.1733	0.172		0.170	0.1801
HCB		<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01

測定なし

Total (補正) : 分解率の検証のため排出側の定量下限値以下および ND は定量下限値を代入した時の合計

ブランク、Run1 および Run2 の全ての条件において、DDT 以外の POPs 成分が検出されていない。循環水の DDT 濃度はブランク、Run1、Run2 ではそれぞれ $0.0325 \mu\text{g/L}$ 、 $0.012 \mu\text{g/L}$ および $0 \mu\text{g/L}$ となっており、排水濃度指針値を満足している。

「脱水排水」はブランクおよび試験終了後の 2 つの条件でしかサンプル採取されていないが、DDT 成分の濃度がそれぞれ $0.0133 \mu\text{g/L}$ 、 $0.0201 \mu\text{g/L}$ となっており排水濃度指針値を満足している。

(3)排水汚泥中の POPs 濃度

水処理施設後の排水汚泥の含有量および溶出試験の結果を表 5.19 に示す。脱水汚泥においても p,p'-DDT しか検出されていない (POPs 等成分の物質収支にスラリー排水中の POPs 等成分の濃度を使用し、脱水汚泥の値を使用しない)。

表 5.19 排水汚泥中の POPs 等成分濃度

成分	異性体	ブランク		Run1		Run2	
		脱水汚泥 (μ g/kg)	脱水汚泥溶 出液(μ g/L)	脱水汚泥 (μ g/kg)	脱水汚泥溶 出液 (μ g/L)	脱水汚泥 (μ g/kg)	脱水汚泥溶 出液 (μ g/L)
BHC	α -BHC	<0.2	<0.01	測定なし		<0.2	測定なし
	β -BHC	<0.2	<0.01				
	γ -BHC	<0.2	<0.01				
	δ -BHC	<0.2	<0.01				
	Total	0	0				
DDT	o,p'-DDE	<0.2	<0.01				
	p,p'-DDE	<0.2	<0.01				
	o,p'-DDD	<0.2	<0.01				
	p,p'-DDD	<0.2	<0.01				
	o,p'-DDT	0.409	<0.01				
	p,p'-DDT	3.58	<0.01				
	Total	3.989	0				
ヘプタクロル	ヘプタクロル	<0.2	<0.01				
	ヘプタクロルエポキシド	<0.2	<0.01				
	Total	0	0				
クロルテン	Cis-クロルテン	<0.2	<0.01				
	trans-クロルテン	<0.2	<0.01				
	Total	0	0				
ドリリン系	アルドリリン	<0.2	<0.01				
	エンドリリン	<0.2	<0.01				
	テイルドリリン	<0.2	<0.01				
Total		3.989	0			1.13	
HCB		<0.2	<0.01			<0.2	

※ 分解率の検証に用いないため補正值の検証を行っていない