

平成12年度水田等農用地を中心としたダイオキシン類の排出実態調査結果

調査内容

1. 目的

環境中に排出され土壤中に蓄積されたダイオキシン類の水域への移行に係る知見の集積を図ることが、今後のダイオキシン対策を推進する上での課題の一つとされていることを踏まえ、水田等の農用地を中心とし、土壤中に残留するダイオキシン類の排出移行の有無等の実態を把握することを目的として本調査を実施した。

2. 平成12年度調査の概要

- (1) 水田からのダイオキシン類の排出実態を把握するため、田面水及び用排水中のダイオキシン類濃度等を調査することとした。
- (2) 調査対象圃場での栽培歴、気象条件等の周辺情報の収集が必要なことから、調査対象圃場は都道府県の農業試験場とした。
- (3) 水稻栽培期間中の水管理状況により、水質は変化すると考えられることから、水質に係る調査は3回実施することとした。

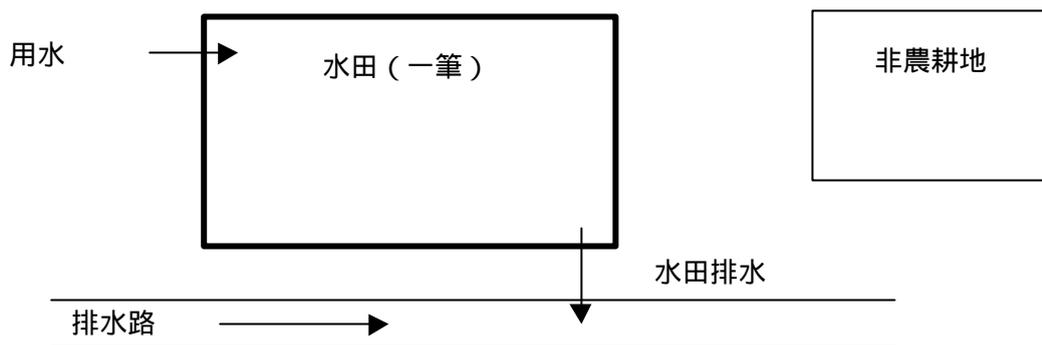
以上の考え方にに基づき、水田一筆に着目しダイオキシン類の物質収支を把握するための調査（調査1）及び水田圃場群全体からのダイオキシン類の排出量を把握するための調査（調査2）を、調査地点名を公表しないとの前提で協力の得られた4都道府県の試験場で実施した。

調査1：水田圃場一筆に着目する調査

ダイオキシン類排出量をモデル的に、かつ詳細に把握するため、圃場内の水田一筆に着目し、ダイオキシン類の物質収支を把握するための調査を3試験場で実施した。

第1表 調査媒体及び試料採取時期

媒体	試料採取			
	水質（底質を含む）			土壌（10～11月）
	1回目（6月）	2回目（7～8月）	3回目（9月）	
ア．用水	1地点	1地点	1地点	-
イ．田面水	1地点	1地点	1地点	-
ウ．水田排水	1地点	1地点	1地点	-
エ．底質（排水路）	-	1地点	-	-
オ．水田土壌	-	-	-	1地点
カ．非農耕地土壌	-	-	-	1地点



第1図 水田一筆における排出量調査の概略図

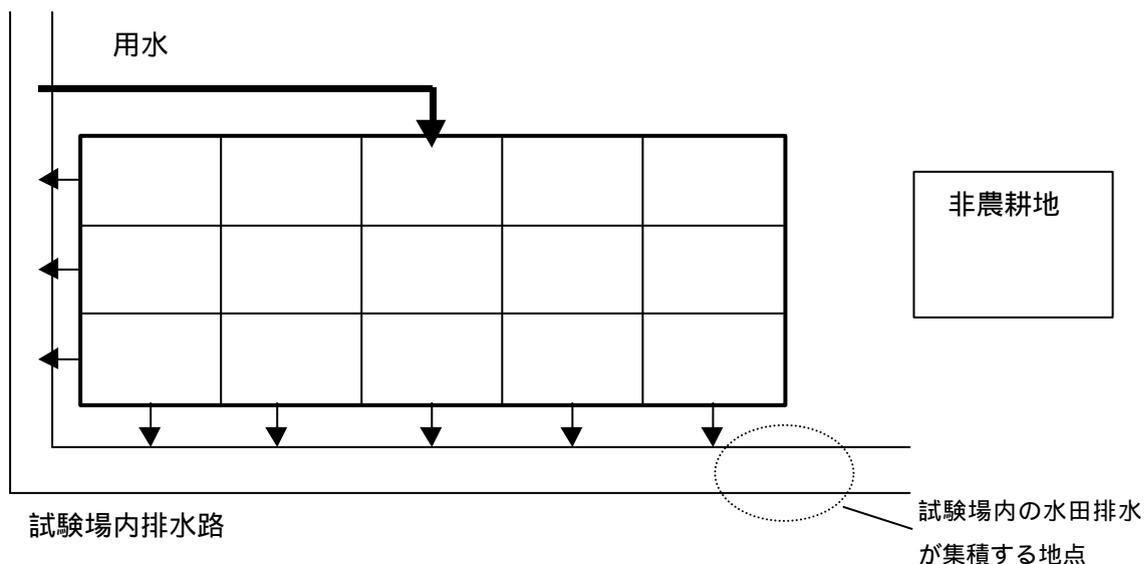
：水採取、 ：土壌・底質採取、 ：流量測定

調査2：水田圃場群全体を捉える調査

試験場内全体の水田圃場群からの排水量が把握可能な1試験場で実施した。

第2表 調査媒体及び試料採取時期

媒体	試料採取			
	水質(底質を含む)			土壌(10月)
	1回目(6月)	2回目(7月)	3回目(9月)	
ア. 用水	1地点	1地点	1地点	-
イ. 田面水	5地点	5地点	5地点	-
ウ. 排水(排水路)	2地点	2地点	2地点	-
エ. 底質(排水路)	-	1地点	-	-
オ. 水田土壌	-	-	-	5地点
カ. 非農耕地土壌	-	-	-	1地点



第2図 水田圃場群における排出量調査の概略図

：水採取、 ：土壌・底質採取、 ：流量測定

3. 調査項目

水質（用水、田面水、排水）、土壌（水田及び非農耕地）及び底質（排水路）中のダイオキシン類（PCDD、PCDF及びコプラナーPCB（Co-PCB））。

なお、土壌については、不純物としてダイオキシン類が含まれていたとの研究報告のある農薬の散布歴を確認するため、PCP（ペンタクロロフェノール）及びCNP（クロロニトロフェン、アミノ体を含む）についても調査対象とした。

4. 試料採取及び測定方法

ダイオキシン類

用水、田面水及び排水はJIS K 0312:1999「工業用水・工場排水中のダイオキシン類及びコプラナーPCBの測定方法」によった。

底質は「ダイオキシン類に係る底質調査測定マニュアル」（平成12年3月環境庁水質保全局水質管理課）に準じた。

水田土壌及び非農耕地土壌は「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」（平成12年1月環境庁水質保全局土壌農薬課）に準じた。

PCP及びCNP

PCPについては、「農薬等の環境残留実態調査分析法」（環境庁水質保全局）に準じた。また、CNPについては、「最新 農薬の残留分析法」（農薬残留分析法研究班）に準じた。

5. ダイオキシン類測定値の換算方法及び定量下限値

ダイオキシン類の測定結果は毒性等価係数（WHO-TEF（1998））を用いて毒性等量（TEQ）に換算して表示した。以下、調査結果においてダイオキシン類の濃度表示はすべてTEQ換算した数値である。

なお、定量下限値については、第3表のとおりであり、換算にあたっては、定量下限値未満の数値を0として扱った。

第3表 ダイオキシン類の定量下限値

区分	ダイオキシン類				
	PCDD及びPCDF			Co-PCB	
	4,5 塩素化物	6,7 塩素化物	8 塩素化物	ノンオルト	モノオルト
水質	0.1	0.2	0.5	0.2	0.2
底質	0.3	0.7	1.7	1.7	1.7
土壌	1	2	5	1	1

（注）単位は水質の場合 pg/l、底質及び土壌の場合 pg/g

6. クロスチェック調査の実施

水2試料及び土壌2試料について、調査結果の検証を行うためにクロスチェック調査を行った。

・調査結果及びこれに基づく試算結果

1. 調査1：水田圃場一筆調査

(1) A試験場における結果

ダイオキシン類

試料	試料採取日			
	2000/6/19	8/4	9/20	10/26
用水	0.015	0.0028	0.00031	-
田面水	0.84	0.011	0.019	-
水田排水	0.24	0.0065	0.013	-
底質(排水路)	-	24	-	-
水田土壌	-	-	-	24
非農耕地土壌	-	-	-	0.49

(注) 単位は水質の場合 pg-TEQ/l、底質及び土壌の場合 pg-TEQ/g

周辺情報

a. 当該圃場における水稻の栽培歴

入水	代かき	田植え前 落水	田植え	中干し前 落水	中干し	収穫前 落水	収穫
2000/6/4	6/5	6/8	6/8	7/20頃	7/20頃～8月上旬	9月下旬	10/5

b. 水田土壌特性

土壌の種類	灰色低地土
土性	埴壤土(C L)
砂/シルト/粘土含量 %	53.3 / 27.7 / 19.0
全炭素 %	2.0
陽イオン交換容量 meq/100g	11.2
pH	5.7 (H ₂ O)
リン酸吸収係数	400

c. 農薬使用履歴

昭和40年頃に、PCP製剤を使用していた模様(詳細は不明)。

d. 農薬分析結果

PCP及びCNP(アミノ体を含む)の分析結果は以下のとおり。

媒体	PCP	CNP(アミノ体を含む)
水田土壌	<5	240
非農耕地土壌	<5	<10

(注) 単位はμg/kg

e. 水試料採取時の概況

採取日	2000/6/19	8/4	9/20
天候	晴	晴	晴
降水量(mm)	0	0	0
水田排水量(m ³ /s)	0.00023	0.0019	0.00067
田面水深(m)	0.03	0.03	0.03

(2) B試験場における結果

ダイオキシン類

試料	試料採取日			
	2000/6/20	7/25	9/19	10/27
用水	0.031	0.014	0.65	-
田面水	0.57	0.015	0.059	-
水田排水	1.74	0.20	0.48	-
底質(排水路)	-	33	-	-
水田土壌	-	-	-	22
非農耕地土壌	-	-	-	13

(注) 単位は水質の場合 pg-TEQ/l、底質及び土壌の場合 pg-TEQ/g

周辺情報

a. 当該圃場における水稻の栽培歴

入水	代かき	田植え前 落水	田植え	中干し前 落水	中干し	収穫前 落水	収穫
2000/5/29	5/31	6/6	6/6	7/26	7/26 ~ 8/1	9/19	10/6

b. 水田土壌特性

土壌の種類	細粒灰色台地土
土性	埴壤土 (CL)
砂/シルト/粘土含量 %	61.7 / 20.6 / 17.7
全炭素 %	1.6
陽イオン交換容量 meq/100g	9.5
pH	6.5 (H ₂ O)
リン酸吸収係数	308

c. 農薬使用履歴

昭和40 ~ 45年に、PCP5%粒剤を3kg/10aで年1回使用。

昭和51 ~ 53年に、CNP粒剤を3kg/10aで年1回使用。

d. 農薬分析結果

PCP及びCNP(アミノ体を含む)の分析結果は以下のとおり。

媒体	PCP	CNP(アミノ体を含む)
水田土壌	<5	90
非農耕地土壌	<5	<10

(注) 単位はµg/kg

e. 水試料採取時の概況

採取日	2000/6/20	7/25	9/19
天候	晴	雨	晴
降水量(mm)	0	20.5	0
水田排水量(m ³ /s)	0.00012	0.0013	0.00018
田面水深(m)	0.11	0.10	0.11

(3) C試験場における結果

ダイオキシン類

試料	試料採取日			
	2000/6/21	7/28	9/26	11/9
用水	0.065	0.020	0.047	-
田面水	1.56	0.27	0.039	-
水田排水	0.59	0.035	0.027	-
底質(排水路)	-	7.2	-	-
水田土壌	-	-	-	18
非農耕地土壌	-	-	-	0.088

(注) 単位は水質の場合 pg-TEQ/l、底質及び土壌の場合 pg-TEQ/g

周辺情報

a. 当該圃場における水稻の栽培歴

入水	代かき	田植え前 落水	田植え	中干し前 落水	中干し	収穫前 落水	収穫
2000/6/17	6/19	6/21	6/22	7/28	7/28 ~ 8/10	9/26	10/18

b. 水田土壌特性

土壌の種類	灰色低地土
土性	埴壤土(C L)
砂/シルト/粘土含量 %	62.3 / 22.4 / 15.3
全炭素 %	1.77
陽イオン交換容量 meq/100g	11.8
pH	6.42 (H ₂ O)
リン酸吸収係数	594.8

c. 農薬使用履歴

昭和43~47年に、CNP粒剤(MO粒剤)を3kg/10aで年2回使用。

昭和48~54、57、58年にCNP粒剤(サターンM粒剤)を3kg/10aで年1回使用。

d. 農薬分析結果

PCP及びCNP(アミノ体を含む)の分析結果は以下のとおり。

媒体	PCP	CNP(アミノ体を含む)
水田土壌	<5	160
非農耕地土壌	<5	<10

(注) 単位はµg/kg

e. 水試料採取時の概況

採取日	2000/6/21	7/28	9/26
天候	雨	晴	晴
降水量(mm)	5.5	0	0
水田排水量(m ³ /s)	0.0038	0.0032	0.00073
田面水深(m)	0.05	0.05	0.05

2. 水田圃場群全体調査（D試験場における結果）

ダイオキシン類

試料	試料採取日			
	2000/6/21	7/27	9/11	10/30
用水	0.010	0.019	0.024	-
田面水	5.5	0.16	0.053	-
田面水	3.3	0.21	0.037	-
田面水	0.31	0.40	0.51	-
田面水	5.9	2.5	0.64	-
田面水	48	1.9	0.12	-
排水（排水路）	0.10	0.077	0.040	-
排水（排水路）	0.59	0.30	0.48	-
底質（排水路）	-	79	-	-
水田土壌	-	-	-	35
水田土壌	-	-	-	79
水田土壌	-	-	-	58
水田土壌	-	-	-	49
水田土壌	-	-	-	67
非農耕地土壌	-	-	-	43

（注1）単位は水質の場合 pg-TEQ/l、底質及び土壌の場合 pg-TEQ/g

（注2）排水 は試験場内における全ての水田からの排水が集積する地点、排水 はその一部の排水が集積する地点

（注3）底質は排水 を採取した地点

（注4）6/21の試料採取日における各圃場毎の栽培状況は、田面水 : 代かき後、田面水 : 田植え後、田面水 : 田植え約1ヶ月後、田面水 : 代かき後、田面水 : 代かき直後

周辺情報

a. 当該圃場における水稻の栽培歴（圃場群全体の平均）

入水	代かき	田植え前落水	田植え	中干し前落水	中干し	収穫前落水	収穫
2000/6/16	6/17	6/19	6/20	なし (自然落水)	7/20 ~ 7/25	なし (自然落水)	10/19

b. 水田土壌特性

土壌の種類	細粒灰色低地土
土性	軽埴土(LiC)
砂/シルト/粘土含量 %	36.7 / 35.0 / 28.3
全炭素 %	1.48
陽イオン交換容量 meq/100g	11.6
pH	5.22 (H ₂ O)
リン酸吸収係数	700

c. 農薬使用履歴

昭和50～60年頃に、CNP粒剤を3kg/10aで年1回使用。

d . 農薬分析結果

PCP及びCNP（アミノ体を含む）の分析結果は以下のとおり。

媒 体	PCP	CNP（アミノ体を含む）
水田土壌	<5	110
非農耕地土壌	<5	70

（注）単位はμg/kg

e . 水試料採取時の概況

採 取 日	2000/6/21	7/27	9/11
天候	晴	曇	雨
降水量 (mm)	0	0.5	35
水田排水量 (m ³ /s) (下段加口内：田面水深 (m))			
水田	0 (0.11)	0.0010 (0.18)	0.0017 (0.23)
水田	0 (0.03)	0.0011 (0.30)	0.0001 (0.05)
水田	0 (0.03)	0 (0.05)	0 (0.05)
水田	0 (0.08)	0 (0.08)	0.0007 (0.10)
水田	0 (0.03)	0 (0.03)	0.0014 (0.15)
用排水路流量(m ³ /s)			
用水	0.193	0.063	0.178
排水	0.170	0.051	0.157
排水	0.010	0.004	0.051

3 . 調査結果のまとめ

- (1) 用水中のダイオキシン類濃度は 0.00031 ~ 0.65pg-TEQ/l の範囲にあり、各地点ごとに採水時期により多少の変動は見られるが、一定の傾向は認められなかった。
- (2) 田面水中のダイオキシン類濃度は、0.011 ~ 48pg-TEQ/l の範囲にあったが、水田水尻からの排出が認められた時点においては 0.011 ~ 1.56pg-TEQ/l の範囲であった。いずれの調査地点でも 1 回目のダイオキシン類濃度(0.31 ~ 48pg-TEQ/l)が、2 回目(0.011 ~ 2.5pg-TEQ/l)、3 回目(0.019 ~ 0.64pg-TEQ/l) に比べて高い傾向が認められ、代かきや田植え作業に伴う土壌粒子の巻き上げの影響が最も大きな要因と推察された。

なお、D 試験場における 1 回目の採取試料で最大 48pg-TEQ/l の濃度が検出されているが、当該試料は代かき直後の田面水深が非常に浅い状況で採水したことから、土壌粒子の巻き上げ等により比較的高濃度になったものと推察された。さらに、当該水田水尻からの排水がなかったことを試料採取時に確認しているほか、同試験場の排水路中のダイオキシン類濃度が 1pg-TEQ/l を超えていないことに鑑みれば、田面水 のような代かき直後における高濃度の田面水の流出は、少なくとも通常の状態では生じていないものと考えられた。

- (3) 調査 1 の水田水尻からの排水中のダイオキシン類濃度は 0.0065 ~ 1.74pg-TEQ/l の範囲にあり、田面水中での結果と同様に、1 回目のダイオキシン類濃度 (0.24 ~ 1.74pg-TEQ/l) が、2 回目 (0.0065 ~ 0.20pg-TEQ/l)、3 回目 (0.013 ~ 0.48pg-TEQ/l) に比べて高い傾向が認められた。

なお、同一時期に採取した水田排水中濃度と田面水中濃度を比較すると、多少の差異が認めら

れるが、水田排水は水田水尻から流出している一時期の水を採取しているのに対し、田面水は水田圃場内の4、5ヶ所より採取し混合したものであることから、試料の採取方法の違いにより差が生じたものと考えられた。

- (4) 調査2の排水路中のダイオキシン類濃度は0.040～0.59pg-TEQ/lの範囲にあり、田面水中での結果と同様に、1回目のダイオキシン類濃度が、2回目、3回目に比べて高い傾向が認められた。
- (5) 水田土壌及び底質中のダイオキシン類濃度は、それぞれ18～79pg-TEQ/g及び7.2～79pg-TEQ/gの範囲にあり、環境庁が平成10～12年度に実施した農用地土壌及び農作物に係るダイオキシン類実態調査における土壌調査結果(0.028～200pg-TEQ/g)及び「平成11年度公共用水域等のダイオキシン類調査」での底質調査結果(0～260pg-TEQ/g)の範囲内であった。

また、水田土壌中のダイオキシン類濃度を異性体別にみた場合、いずれの水田土壌も1,3,6,8-T4CDD及びO8CDDの濃度が比較的高い傾向を示している。

- (6) 土壌中のPCP、CNP(アミノ体を含む)濃度は、PCPについては水田及び非農耕地土壌とも全て検出されず、この分析結果からPCPの散布歴を確認することはできなかった。一方、CNPについては水田土壌から90～240µg/kgの範囲で検出されており、農薬使用履歴でCNPの使用が確認されていなかったA試験場の圃場でもCNPの過去の使用が示される結果となった。なお、D試験場の非農耕地土壌からもCNPが検出されているが、原因については不明であった。

以上、今回の調査結果によれば、代かき時等に比較的高いダイオキシン類濃度の排水がみられることから、水田由来のダイオキシン類の排出により、水田水尻直下の排水路で水質環境基準値1pg-TEQ/lを一時的に若干超えることはあり得るが、比較的高い濃度の排水は代かき時等の短い期間に限られていること、農業排水路において一定の土壌粒子の沈降及び希釈が見込まれること、水田には水稲作付け期間以外の非灌漑期もあることを考慮すれば、水田由来のダイオキシン類の排出により、公共用水域において水質環境基準(年平均評価)を超える可能性は低いものと考えられる。

4. 水田からのダイオキシン類年間排出負荷率の試算(詳細は別紙参照)

- (1) C試験場の結果を用いた試算(水田圃場一筆における結果を用いた試算)

C試験場における調査では、水田排水量が多いと考えられる田植え前落水時、中干し前落水時及び刈り取前落水時のすべての時期に採水を行うことができたことから、本結果を用いて水田からのダイオキシン類年間排出負荷率(水田土壌中のダイオキシン類残留量に対する水田からのダイオキシン類年間総排出量)の推定を行った。その結果、ダイオキシン類年間排出負荷率は0.0021%と推定された。

- (2) D試験場の結果を用いた試算(水田群における結果を用いた試算)

D試験場における調査では、水稲栽培期間において、水田圃場群に流入する用水及び水田圃場群から流出する排水について、ダイオキシン類濃度及び流量を把握していることから、この結果を用いて水田圃場群からのダイオキシン類年間排出負荷率の推定を行った。その結果、ダイオキシン類の年間排出負荷率は0.0031%と推定された。

以上の試算結果によれば、水稲の栽培期間中に水田排水によるダイオキシン類排出量は、水田土壌中のダイオキシン類残留量に比較して非常に小さいと推定される。

．今後の予定

平成12年度調査において、水田土壤中に残留するダイオキシン類の排出実態について、水田圃場一筆及び水田圃場群においてモデル的に調査を実施した。本調査結果からは、水田由来のダイオキシン類の排出により、公共用水域において水質環境基準（年平均評価）を超える可能性は低いこと、ダイオキシン類の年間排出負荷率は非常に小さいことが示されたものと考えられる。しかしながら、水田からのダイオキシン類排出量は、気象・土壌条件及び水管理状況等により大きく変動するものと考えられることから、今回の調査結果のみで評価することは十分ではなく、環境省としては、引き続き本調査を実施することにより、水田からのダイオキシン類の排出に係る知見の蓄積を図る予定にしている。

(別紙)

水田からのダイオキシン類年間排出負荷率の試算

1. C試験場の結果を用いた試算(水田一筆における結果を用いた試算)

本試算に当たり、田面水中のダイオキシン類濃度、田面水深(採水時及び水稻栽培期間中の平均値)及び水管理状況等を勘案し、水田一筆からのダイオキシン類年間排出負荷率の試算を以下に示す考え方に基づいて行った。

- ・水田圃場面積：10アール(1,000m²)
- ・田植え時の水深：1cm
- ・田植え後から中干し前までの平均水深：5cm(36日間)
- ・中干し終了後から刈取り前落水までの平均水深：7cm(47日間)

水田からの排水量及びダイオキシン類(DXN)排出量(10アール当たり)

時 期	水田水尻からの排水状況	日数	水田排水量(m ³)	用事中DXN濃度(pg-TEQ/l)	田面水中DXN濃度(pg-TEQ/l)	DXN排出負荷量 ¹⁾ (ng-TEQ)
田植え前落水(6/21)	水深5cm 1cm	1	40	0.065	1.56	59.8
田植え後(6/22) 中干し落水前日(7/27)	1日あたり水深5cmの10%相当が排水	36	180	0.020	0.27	45.0
中干し落水(7/28)	水深5cm 0cm	1	50	0.020	0.27	12.5
中干し終了後入水(8/11) 刈取り前落水前日(9/25)	1日あたり水深7cmの10%相当が排水	47	329	0.047	0.039	-2.6 ²⁾
刈取り前落水(9/26)	水深5cm 0cm	1	50	0.047	0.039	-0.4 ²⁾
合 計		86	649	-	-	114.3

(注1) DXN排出負荷量 = (田面水中DXN濃度 - 用事中DXN濃度) × 水田排水量

(注2) 「田面水中DXN濃度 - 用事中DXN濃度」がマイナスとなるが、水田を通過することにより懸濁粒子の沈降及び土壌への吸着等により田面水中DXN濃度が減少することも考えられることから、マイナスのDXN排出負荷量をそのまま採用した。

水田からのダイオキシン類の年間排出負荷率

水田土壌中ダイオキシン類濃度は18 pg-TEQ/gであるので、深さ30cmの土壌層にダイオキシン類が均一に分布すると仮定した場合、1,000m²の水田圃場におけるダイオキシン類残留量は(土壌の容積重を1とする)

$$18 \text{ pg-TEQ/g} \times 1000 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ m} \times 1 \text{ g/cm}^3 = 5.4 \text{ mg-TEQ}$$

となる。従って、水田からのダイオキシン類の年間排出負荷率は、

$$114.3 \text{ ng-TEQ} / 5.4 \text{ mg-TEQ} \times 100 = 0.0021\%$$

と推定された。

2. D試験場の結果を用いた試算（水田群における結果を用いた試算）

用排水路において、水田圃場群に流入する地点と水田群からの排水が集積する地点のダイオキシン類濃度及び流量を用いて、水田圃場群からのダイオキシン類年間排出負荷率の試算を以下に示す考え方に基づいて行った。

・水田圃場総面積：1,060 アール（106,000m²）

水田群からのダイオキシン類（DXN）排出負荷量（1,060 アール当たり）

採水日	流量 (m ³ /s)		DXN 濃度 (pg-TEQ/l)		DXN 量 ¹⁾ (ng-TEQ/d)		DXN 排出負荷量 ²⁾ (ng-TEQ/d)
	用水	排水	用水	排水	用水	排水	
6/21	0.193	0.170	0.010	0.10	166.8	1468.8	1302.1
7/27	0.063	0.051	0.019	0.077	103.4	339.3	235.9
9/11	0.178	0.157	0.024	0.040	369.1	542.6	173.5

（注1）DXN 量 = DXN 濃度 × 流量

（注2）DXN 排出負荷量 = 排水中 DXN 量 - 用水中 DXN 量

3回の採水結果から推算したダイオキシン類排出負荷量を用いて、相加平均により水田群からの1日あたりのダイオキシン類平均排出負荷量を推定すると、以下のようになる。

$$(1302.1 + 235.9 + 173.5) / 3 = 570.5 \text{ ng-TEQ/d}$$

水田における湛水期間を100日とすると、水田群（1,060アール）からのダイオキシン類年間排出量は、

$$570.5 \text{ ng-TEQ/d} \times 100 \text{ d} = 57.1 \text{ } \mu\text{g-TEQ/y}$$

と推算される。

水田圃場群からのダイオキシン類年間流出負荷率

水田土壌中ダイオキシン類濃度は、57.6 pg-TEQ/g（5地点の平均）であるので、深さ30cmの土壌層にダイオキシン類が均一に分布すると仮定した場合、1,060アールの水田圃場群におけるダイオキシン類残留量は（土壌の容積重を1とする）

$$57.6 \text{ pg-TEQ/g} \times 106,000 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ m} \times 1 \text{ g/cm}^3 = 1.83 \text{ g-TEQ}$$

となる。従って、水田圃場群からのダイオキシン類の年間排出負荷率は、

$$57.1 \text{ } \mu\text{g-TEQ/y} / 1.83 \text{ g-TEQ} \times 100 = 0.0031\%$$

と推定された。