

2012年3月9日

環境省:農薬の大気経路による影響評価事業

農薬の大気経路による影響評価事業 無人ヘリコプター散布での農薬飛散リスク評価 — シミュレーションモデルを利用して —

コバラ ユウソウ

小原 裕三

独立行政法人農業環境技術研究所
有機化学物質研究領域



無人ヘリコプター散布での農薬飛散リスク評価

目的:

無人ヘリコプターによる農薬のばく露経路:

吸入及び経皮によるばく露について評価を行う。

- ・実測による評価には、多大な労力と経費が必要
- ・立地条件、気象条件や農薬の種類によって、大きく異なる結果
- ・事例を積み重ねて一般化するには、膨大な試験規模と試験数が必要
現実的には困難

そのため、変動要因を明らかにし、
それに基づく農薬の飛散動態を予測するシミュレーションモデルを利用し、
リスク評価の一般化を図る。



無人ヘリコプター散布飛行の方法(抜粋)

空中散布等は、気流の安定した時間帯に、かつ、地上1.5mにおける風速が3m/s以下の場合に実施すること。なお、当該風速を超える場合に空中散布等を行わないことを徹底するとともに、超えない場合であっても風向きを考慮した散布を行うよう努めること。

散布飛行高度、速度:

I種無人ヘリの場合:地上もしくは作物上3~4m、10~20km/h
(RMAX、AYH-3、YH300)

「産業用無人ヘリコプターによる病害虫防除実施者のための手引き【平成22年版】」より



無人ヘリコプターによる農薬散布条件

液剤散布装置

- ・噴霧ノズル: TXVS-8
 - ・噴霧ノズル設置位置、設置角度は固定
 - ・噴霧圧力: 0.44MPa
 - ・薬剤吐出速度: 一定
- * 厳密に管理

散布量:対象作物が水稻の場合には、0.8L/10a

以上より、他の農薬地上散布方法よりも、
農薬飛散動態への人為的、装置的な変動要因は、
比較的小さいことが容易に推測できる。



無人ヘリコプターで使用される散布農薬 噴霧粒径分布は農薬が違って同じ？

無人ヘリコプターで散布される農薬の薬液
有効成分や助剤の濃度が高い(高濃度少量散布)ため、
溶液化学的な性質(粘度、表面張力、剪断力等)が異なる。

無人ヘリコプターで散布される代表的な農薬を用いて
噴霧粒子の粒径分布の確認が必要

噴霧粒径分布 → 農薬の種類に依存性 **無**(純水と同じ)

昨年、確認試験を行った。



粒径分布測定結果 (2010年度生研センター)

	有効成分名	剤型	D50	VMD	R100
			単位	μm	μm
	水	—	114	114	36
殺菌剤	1 カスガマイシン	液剤	110	110	40
	2 パリダマイシン	液剤	112	112	38
	3 トリシクラゾール	水和剤	115	115	33
	4 フルトラニル	水和剤	112	113	37
	5 ペンシクロン	水和剤	115	116	34
	6 フェノキサニル	マイクロカプセル剤	113	113	36
	7 チオファネートメチル	水和剤	105	105	45
	8 メプロニル	水和剤	104	105	46
	9 フサライド	水和剤	114	115	36
	10 アゾキシストロピン	水和剤	115	116	34
	11 ジクロシメット	水和剤	116	116	33
殺虫剤	12 ジノチフラン	液剤	113	113	36
	13 ジノチフラン	液剤	115	116	35
	14 エトフェンブロックス	マイクロカプセル剤	117	118	33
	15 クロチアニジン	水和剤	114	115	35
	16 シラフルオフェン	乳剤	112	113	38
	17 ププロフェジン	水和剤	112	113	37
	18 デブフェノジド	水和剤	122	123	29
	19 エチプロール	水和剤	119	119	31
	20 エトフェンブロックス	乳剤	114	114	35
	21 MEP	乳剤	114	115	34
混合剤	22 エトフェンブロックス アゾキシストロピン	水和剤	115	115	34
	23 エトフェンブロックス トリシクラゾール	水和剤	117	117	33
	24 デブフェノジド ププロフェジン フルトラニル	水和剤	112	113	37
	25 ジノチフラン トリシクラゾール	水和剤	133	135	26

注1
D50:この数値以下の粒子が全体の体積の
50%を占める。
VMD:体積中位径
R100:100 μm 以下の粒子が占める体積割合

注2
D50、VMD及びR100のいずれも、3回測定した
平均値。



無人ヘリコプター散布での農薬飛散リスク評価

どのように暴露評価を行うか:シミュレーションにより暴露濃度評価
→大気中濃度評価
粒子状とガス状の農薬を分けて評価
→各々の結果を組み合わせる総合的に評価

- ・散布中・直後の短時間の粒子状物質(スプレードリフト)、
- ・農薬粒子落下後の長時間のガス状物質(ベーパードリフト)による飛散動態に分けて評価を行う。

可能な限り既存のモデルを利用して評価
スプレードリフトについては、

- ・DRIFTSIM (The Ohio State University)
- ・AgDRIFT/AgDISP (SPRAY DRIFT TASK FORCE)

ベーパードリフトについては、

- ・CALPUFF (the Atmospheric Studies Group at TRC Solutions)



飛散動態のシミュレーションで考慮すべきこと: 無人ヘリコプター散布でのダウンウォッシュ軌跡の解析



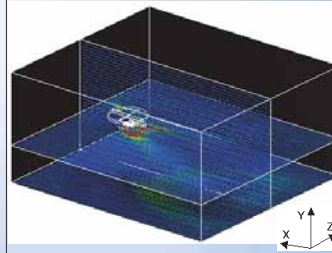
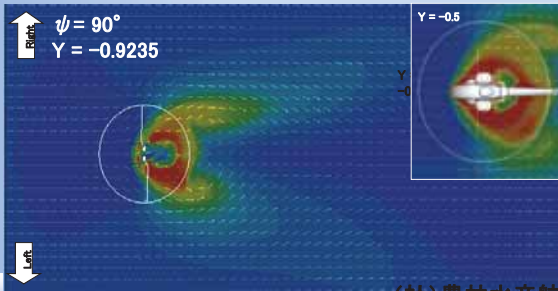
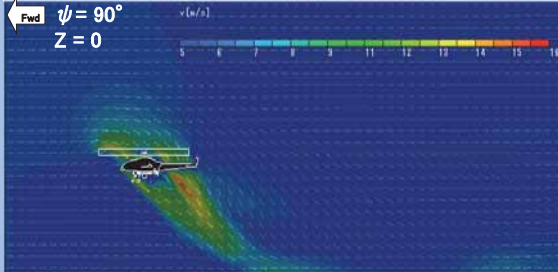
- ・写真は実飛行時の薬剤の流れ
- ・青線はコンピューター解析による薬剤の流線



(社)農林水産航空協会、ヤマハ発動機(株)提供

《ダウンウォッシュの解析》

20km/h前進飛行時の流速分布



【解析空間の流速分布】



(社)農林水産航空協会、ヤマハ発動機(株)提供



AgDRIFTの設定条件入力画面

「Aircraft」の設定でヘリコプターのダウンウォッシュを加味して評価可能

The screenshot shows the AgDRIFT software interface. On the left, a 3D diagram illustrates the AGDISP domain, showing a helicopter, a spray block, and wind direction. The domain is defined by X_{min}, X_{max}, Y_{min}, and Y_{max} coordinates. On the right, the software's settings window is displayed, showing parameters for Aircraft, Spray Material, Meteorology, and Terrain. The Aircraft settings include Type (User Defined), Material (thalide), and Swath Width (7.62 m). The Meteorology settings include Wind Speed (0.4917 m/s), Wind Direction (150 deg), Temperature (24.80 deg C), and Relative Humidity (91 %). The Terrain settings include Surface Roughness (0.0001 m). The AgDRIFT logo and 'Tier III Aerial Agricultural' text are visible at the bottom right of the software window.



AgDRIFT設定条件

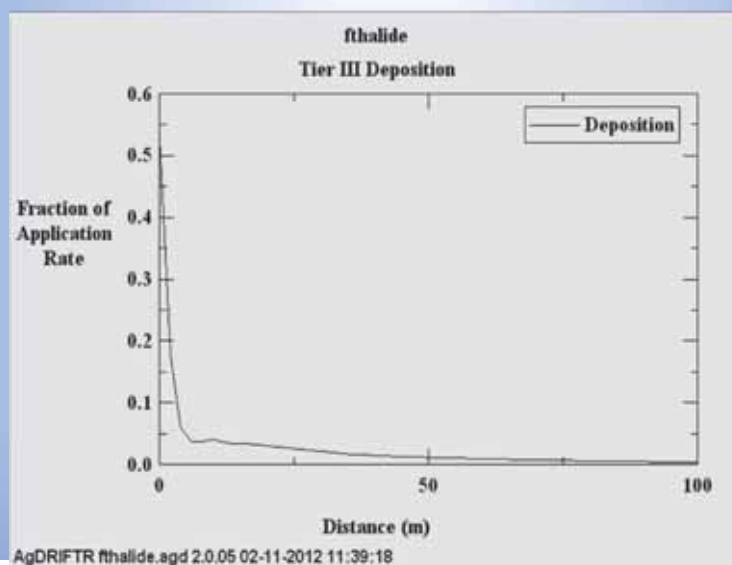
「Aircraft」でヘリコプターのダウンウォッシュを加味して評価可能

Aircraft Properties dialog box showing configuration for an Unmanned Helicopter. Parameters include Rotor Radius (1.57 m), Weight (92.95 kg), Typ. Speed (4.5 m/s), Rotor RPM (320), Boom Vert. (-1.01 m), and Boom Fwd. (0 m).

* パラメーターの入力では、入力範囲外でも、計算可能な無人ヘリコプターに最も近い数値を用いた。



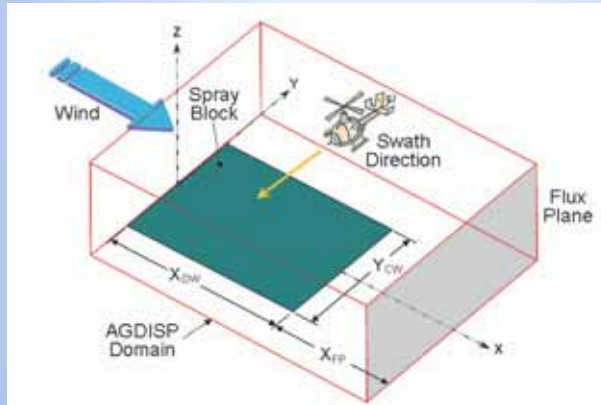
AgDriftによるスプレードリフトの飛散分布の解析結果例



CALPUFF によるペーパードリフトの評価

農薬の揮散フラックス(単位時間、単位面積当たりの地表面から大気への農薬の移行速度)の評価

注: 農薬の物理化学的性質、地表面に残留する農薬密度、温度に依存



AgDRIFT設定条件、入力パラメータの概要(1)

計算の設定条件
AgDRIFT® Tier III

* 噴霧農薬粒子の特性(噴霧薬液に寄らずほぼ一定であることを確認済み)

Dv0.5: 114 μ m (水での計測値)

Dv0.9: 167 μ m (水での計測値)

Dv0.1: 60 μ m (水での計測値)

VMD: 115 μ m

R100: 36 μ m

(Mean Volume Diameter: 体積平均粒子径): 114 μ m

Relative Span:

$$(Dv0.9 - Dv0.1) / Dv0.5 = (167 - 60) / 115 = 0.930$$



AgDRIFT設定条件、入力パラメータの概要(2)

・Aircraft

Unmanned Helicopter(無人ヘリコプターを定義)

R-MAX仕様

メインローター直径: 3,130mm

全長/ローター含む全長 2,750mm/3,630mm

全高: 1220mm

重量: 最大離陸重量93kg、薬剤最大積載量24kg

ノズル間隔: 1340mm

・Nozzles(散布ノズル)

・Swath(散布幅など)

・Spray Material(散布農薬の物性、濃度など)

・Meteorology(気象条件)

・Terrain(地形情報)

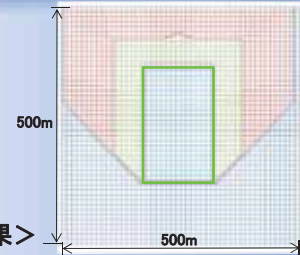


CALPUFF(CALPro Plus)を用いた ペーパードリフト大気中農薬濃度の分布と推移の評価 CALPro Plusのメイン入力画面

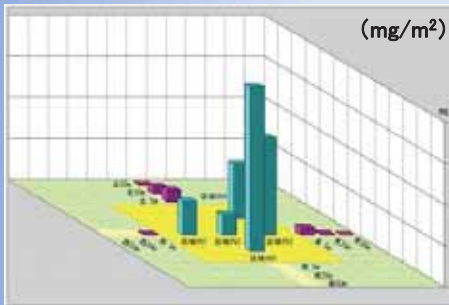


AgDRIFTを用いたスプレードリフト落下量分布評価 (フサライド)

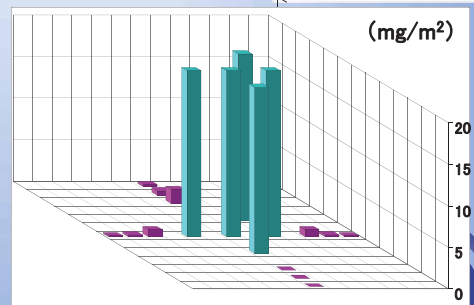
有効成分投下量:21.4mg/m²



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

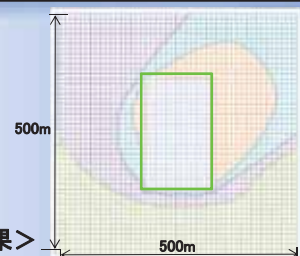


落下量 (mg/m ²)	区域内1	区域内2	区域内3	区域内4	区域内5	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	1.73	0.54	0.28	0.86	0.27	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	0.86	0.27	0.14
モニタリング値	4.13	2.47	11.8	6.63	22.1	1.44	0.92	0.16	0.93	0.19	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	0.16	<0.01	<0.01

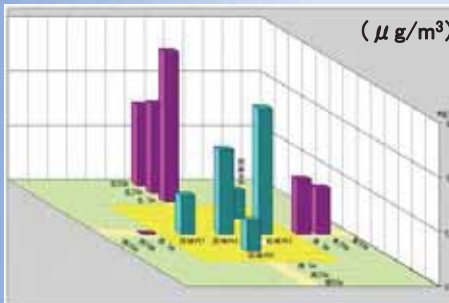
NIAES

AgDRIFT+CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価 (フサライド)

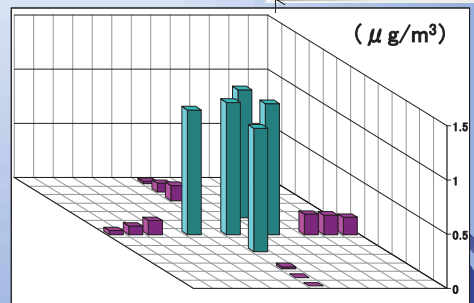
散布中の平均濃度
粒子状+ガス状の合計



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

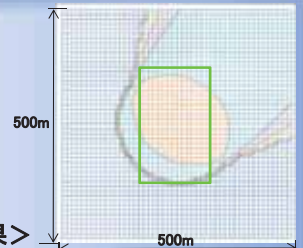


気中濃度 (µg/m ³)	区域内1	区域内2	区域内3	区域内4	区域内5	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	1.15	1.22	1.21	1.18	1.14	0.14	0.08	0.02	0.19	0.18	0.16	0.02	0.00	0.00	0.13	0.08	0.04
モニタリング値	0.36	0.78	1.16	0.26	0.28	1.38	0.83	0.74	0.51	0.43	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01

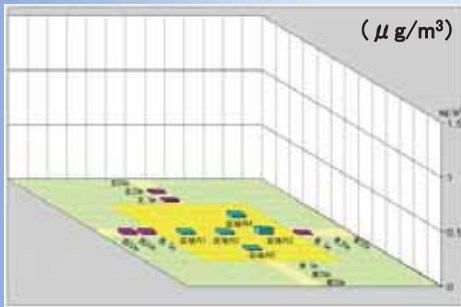
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

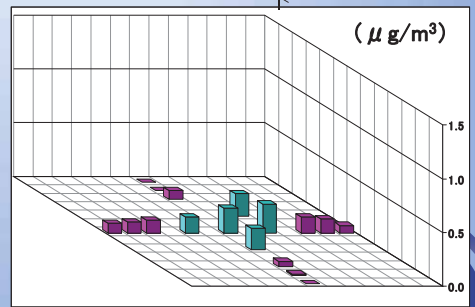
散布直後から1時間後の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

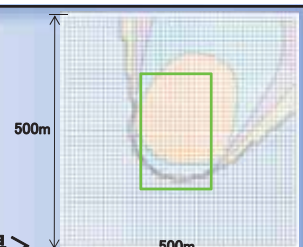


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区内1	区内2	区内3	区内4	区内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.15	0.23	0.27	0.21	0.20	0.08	0.00	0.00	0.15	0.13	0.07	0.05	0.001	0.00	0.12	0.10	0.09
モニタリング値	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.02	<0.01

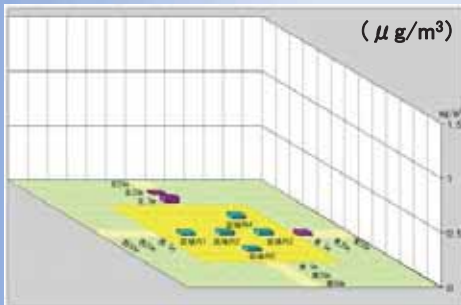


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

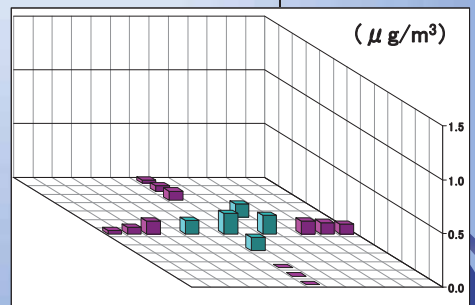
散布1時間後から2時間後の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

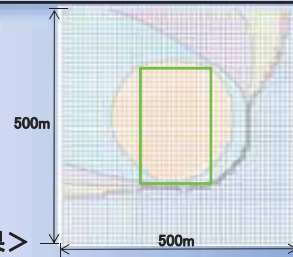


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区内1	区内2	区内3	区内4	区内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.13	0.19	0.17	0.12	0.12	0.08	0.06	0.03	0.12	0.11	0.09	0.00	0.00	0.00	0.12	0.06	0.03
モニタリング値	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

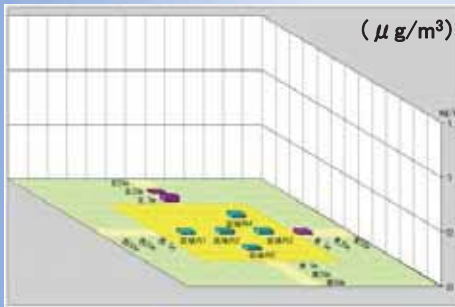


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

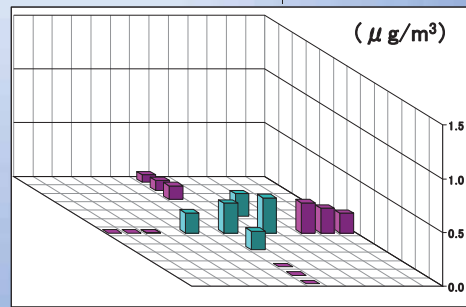
散布2時間後から3時間後の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

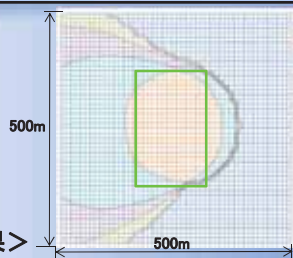


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区域内1	区域内2	区域内3	区域内4	区域内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.19	0.28	0.33	0.21	0.17	0.12	0.10	0.07	0.28	0.23	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
モニタリング値	0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

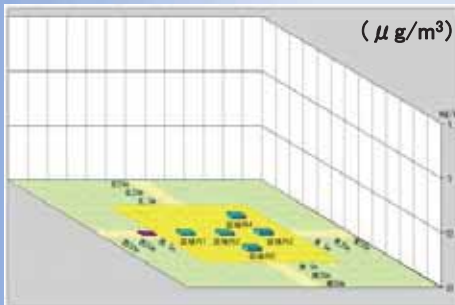


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

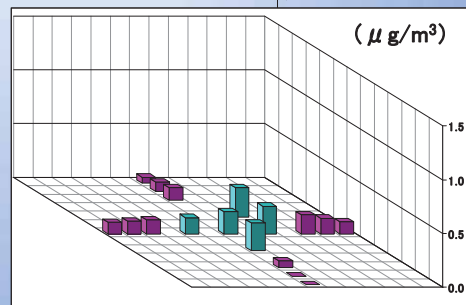
散布3時間後から4時間後の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

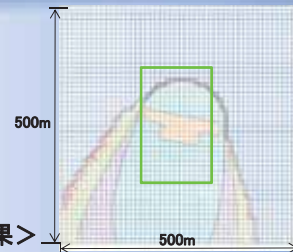


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区域内1	区域内2	区域内3	区域内4	区域内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.15	0.21	0.26	0.27	0.26	0.11	0.09	0.05	0.18	0.15	0.11	0.06	0.00	0.00	0.13	0.12	0.11
モニタリング値	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01

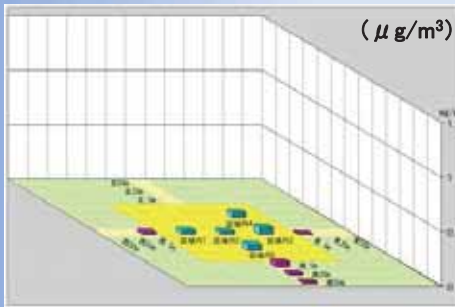


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

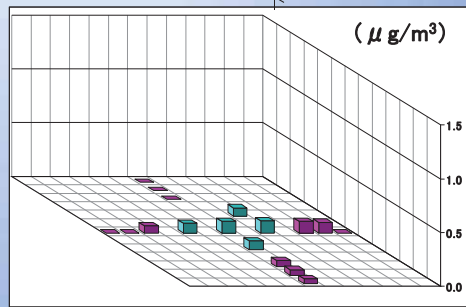
散布当日13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

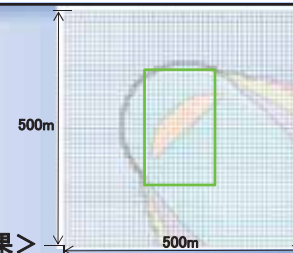


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区域内1	区域内2	区域内3	区域内4	区域内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.09	0.11	0.11	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.11	0.10	0.00	0.06	0.05	0.04	0.07	<0.01	<0.01
モニタリング値	0.04	0.03	0.07	0.05	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.05	0.02	0.02	0.02	<0.01	<0.01

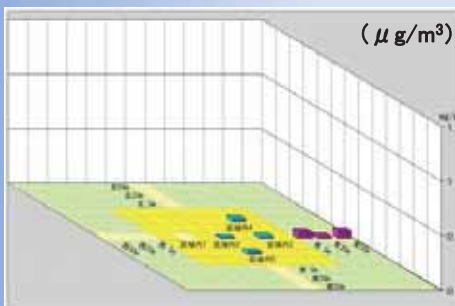
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

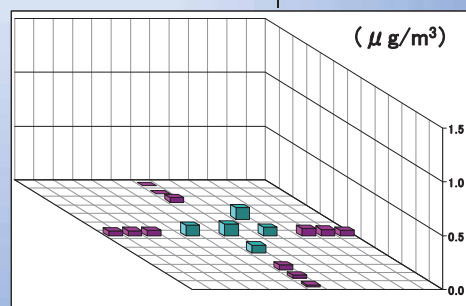
散布1日後13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

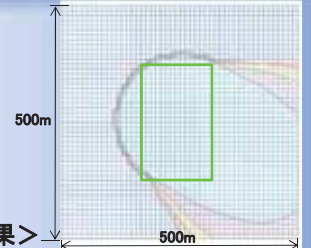


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区域内1	区域内2	区域内3	区域内4	区域内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.10	0.11	0.08	0.11	0.07	0.05	0.00	0.00	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.05
モニタリング値	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	0.02	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

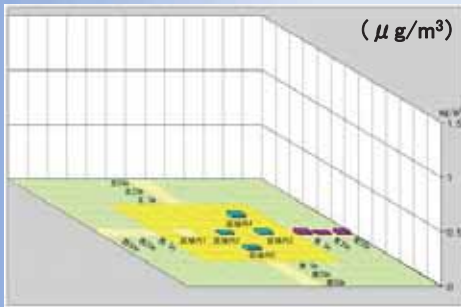
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

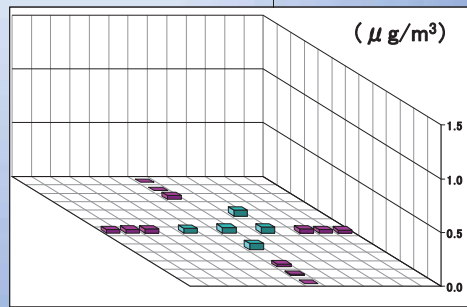
散布2日後13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

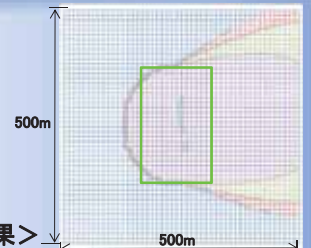


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区内1	区内2	区内3	区内4	区内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.00	0.00	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	0.04	0.03	0.03
モニタリング値	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

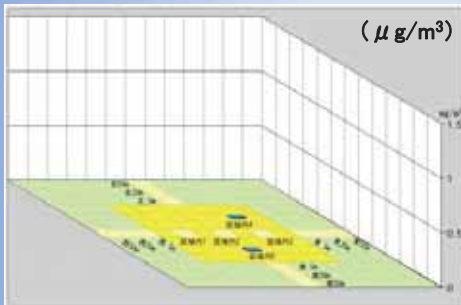


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

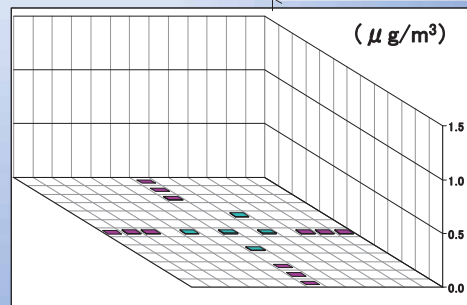
散布4日後13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

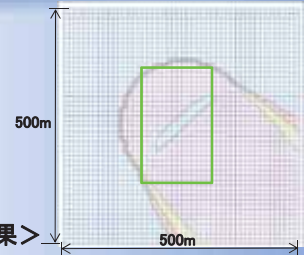


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区内1	区内2	区内3	区内4	区内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
モニタリング値	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

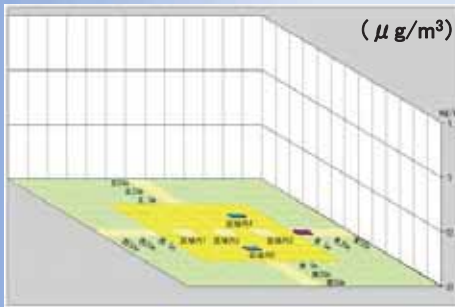


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

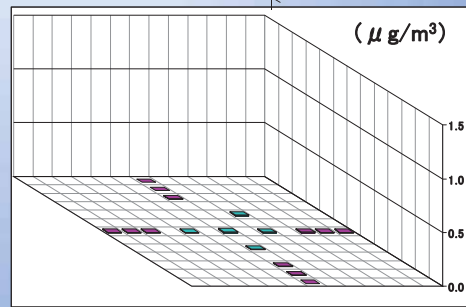
散布1週間後13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

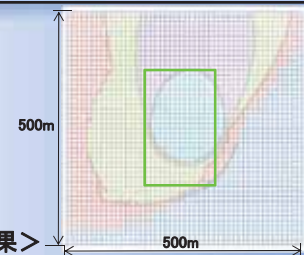


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区内1	区内2	区内3	区内4	区内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
モニタリング値	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

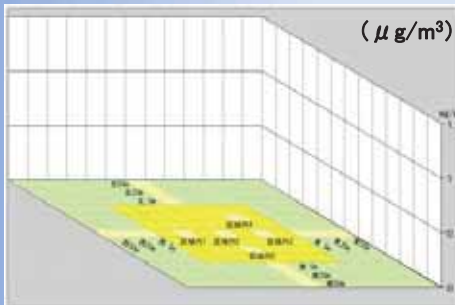
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

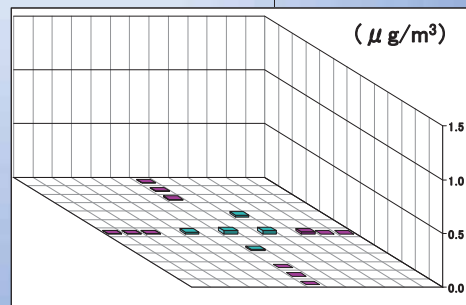
散布2週間後13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

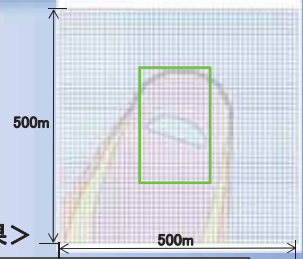


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域					北			東			南			西		
	区内1	区内2	区内3	区内4	区内5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
モニタリング値	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

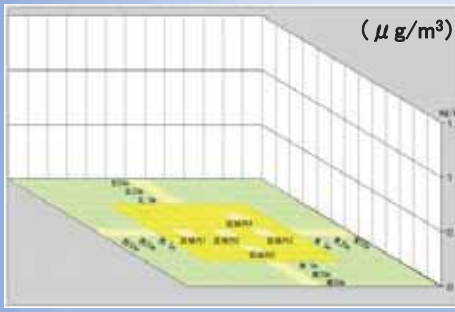
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

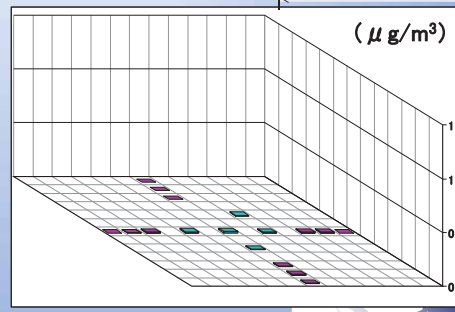
散布3週間後13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

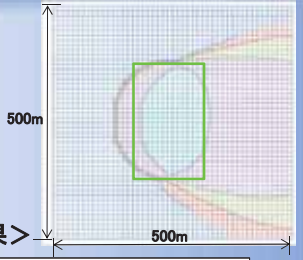


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内					北			東			南			西		
	1	2	3	4	5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
モニタリング値	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

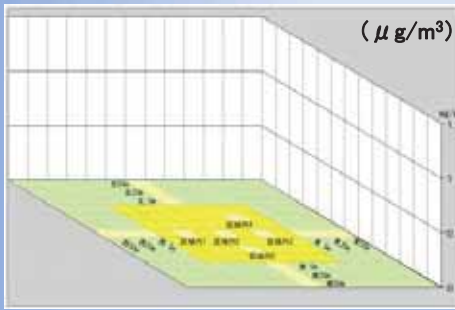


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
(フサライド)

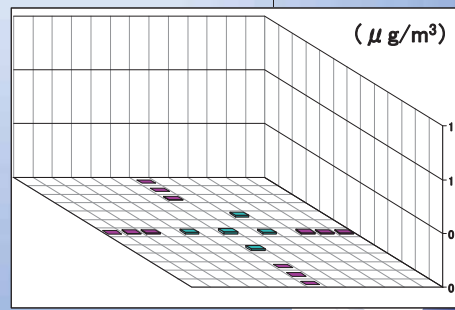
散布4週間後13:00から14:00の平均濃度



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>



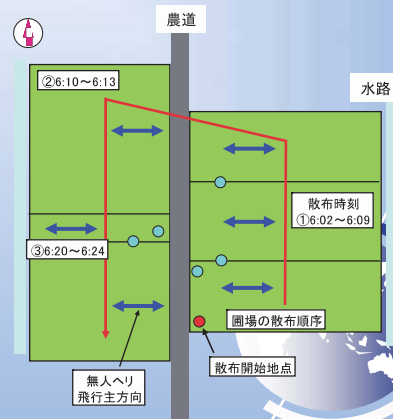
気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内					北			東			南			西		
	1	2	3	4	5	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
モニタリング値	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01



過去に行ったモニタリング調査の再解析事例

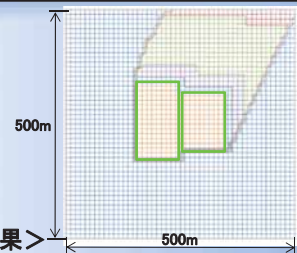
平成21年度有機リン系農薬の散布による周辺環境影響調査業 (農林水産省)

調査実施時期:平成21年9月
 作物名:ダイズ
 評価対象農薬:スミチオン乳剤
 有効成分:fenitrothion(MEP) 50%
 希釈倍数:8倍
 散布量:8L/ha
 成分投下量:50mg/m²
 散布面積:2.5ha



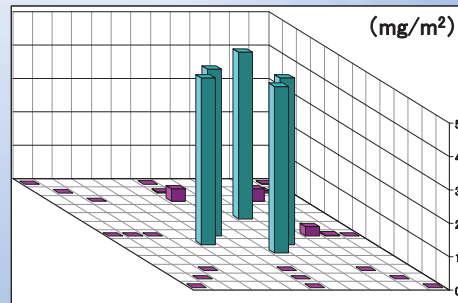
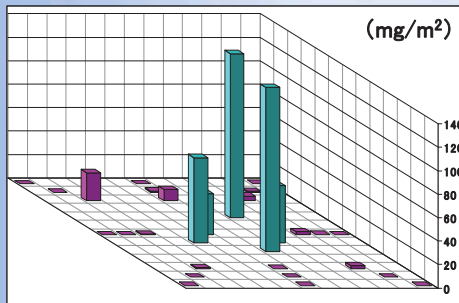
AgDRIFTを用いたスプレードリフト落下量分布評価

有効成分投下量: 50mg/m²



<モニタリング調査結果>

<シミュレーション結果>

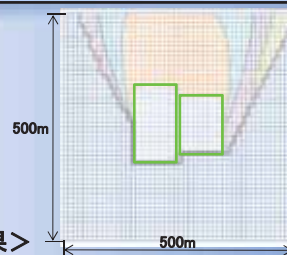


落下量 (mg/m ²)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西			
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	
シミュレーション値	50	50	50	50	50	3.81	0.28	0.07	2.81	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
モニタリング値	35	73	140	49	140	9.80	1.10	0.12	2.40	0.21	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.55	<0.01	<0.01	

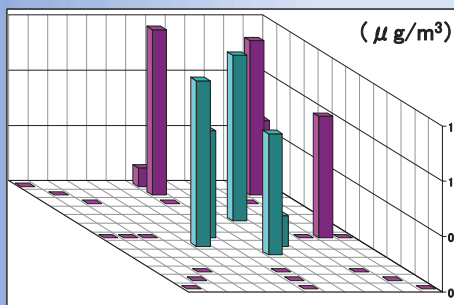


AgDRIFT+CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価

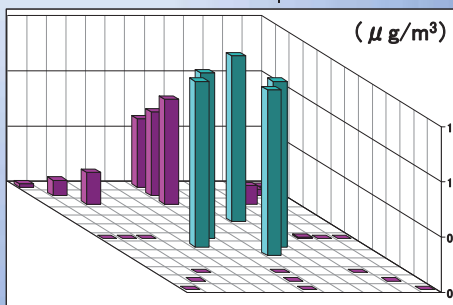
散布中の平均濃度
粒子状+ガス状の合計



<モニタリング調査結果>



<シミュレーション結果>

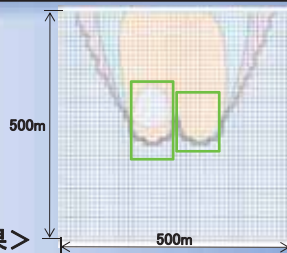


気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西			
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	
シミュレーション値	3.06	3.00	2.31	2.32	2.89	0.95	0.76	0.62	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
モニタリング値	0.97	2.30	1.10	0.28	2.20	-	1.60	0.17	-	1.10	<0.04	-	<0.04	<0.04	-	<0.04	<0.04	<0.04

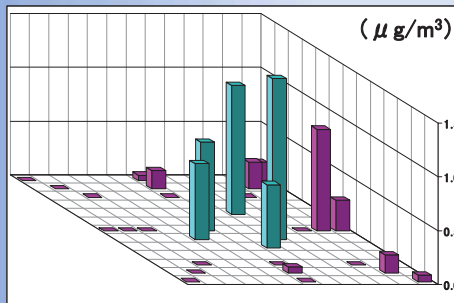
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価

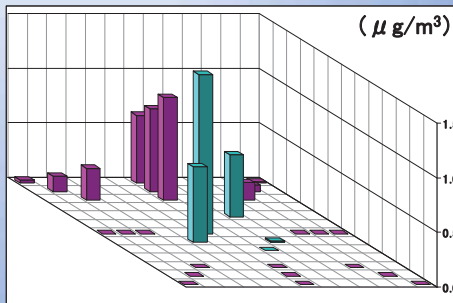
散布直後から30分後の平均濃度



<モニタリング調査結果>



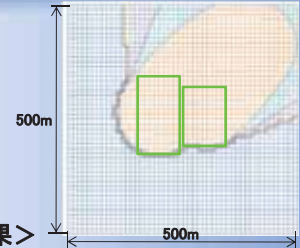
<シミュレーション結果>



気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西			
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	
シミュレーション値	1.46	0.69	0.00	0.01	0.57	0.94	0.76	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
モニタリング値	0.83	0.71	0.59	1.60	1.20	-	0.17	0.05	-	0.95	0.29	-	0.06	<0.04	-	<0.04	<0.04	<0.04

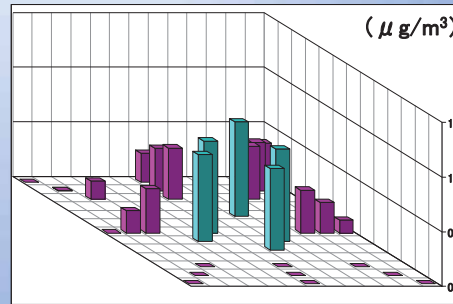
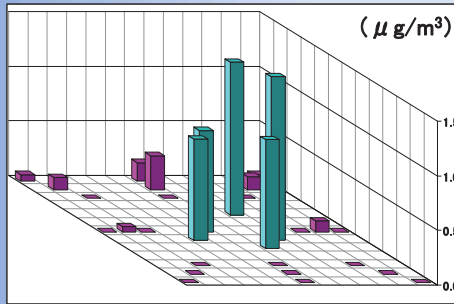
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布30分後から1時間30分後の平均濃度



<モニタリング調査結果>

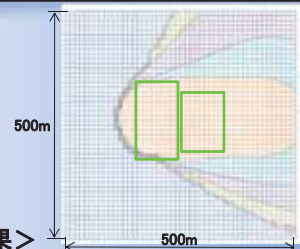
<シミュレーション結果>



気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.84	0.80	0.75	0.85	0.86	0.47	0.39	0.26	0.39	0.28	0.12	0.00	0.00	0.00	0.41	0.20	0.00
モニタリング値	0.93	0.93	1.00	1.60	1.40	-	0.31	0.17	-	0.10	<0.04	-	<0.04	<0.04	-	0.05	<0.04

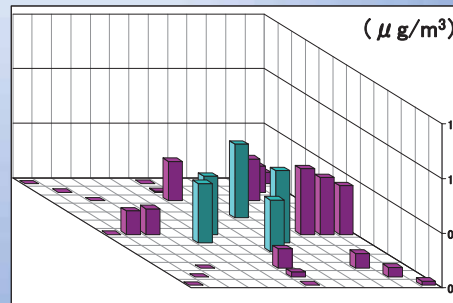
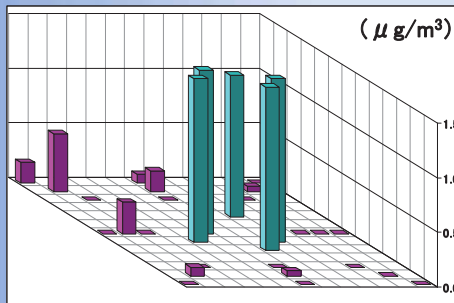
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布1時間30分後から2時間30分後の平均濃度



<モニタリング調査結果>

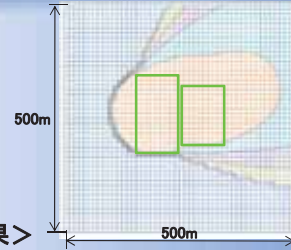
<シミュレーション結果>



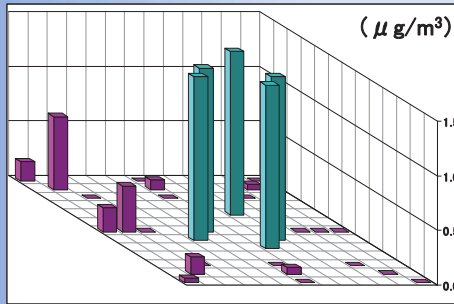
気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.54	0.55	0.47	0.66	0.67	0.36	0.01	0.00	0.60	0.52	0.45	0.18	0.05	0.00	0.24	0.22	0.00
モニタリング値	2.50	2.10	2.40	1.80	1.30	-	0.19	0.08	-	<0.04	<0.04	-	0.05	<0.04	-	0.29	<0.04

NIAES

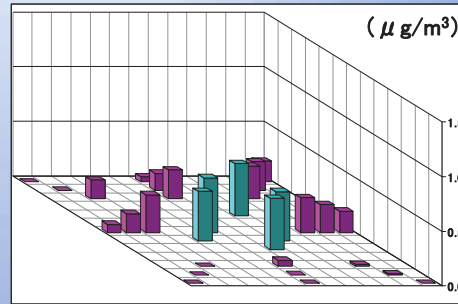
CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布2時間30分後から3時間30分後の平均濃度



<モニタリング調査結果>



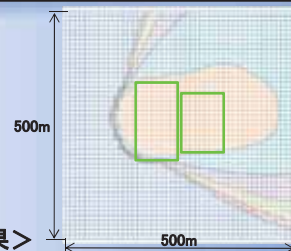
<シミュレーション結果>



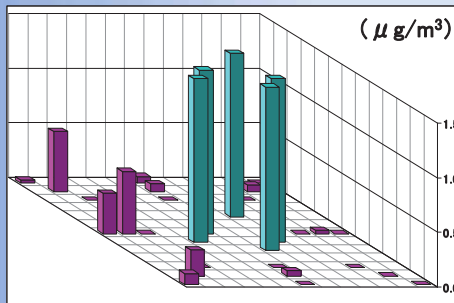
気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.50	0.45	0.47	0.45	0.48	0.26	0.16	0.05	0.32	0.26	0.20	0.06	0.00	0.00	0.35	0.17	0.08
モニタリング値	2.60	2.10	2.60	2.30	2.00	-	0.09	<0.04	-	<0.04	<0.04	-	0.06	<0.04	-	0.42	0.22

NIAES

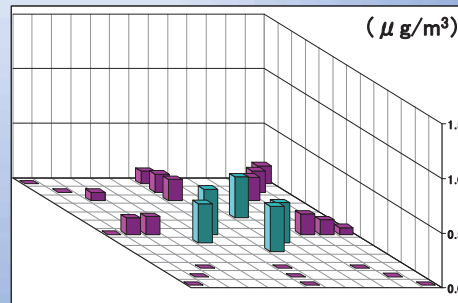
CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布当日14時30分から15時30分の平均濃度



<モニタリング調査結果>



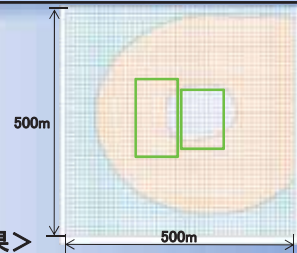
<シミュレーション結果>



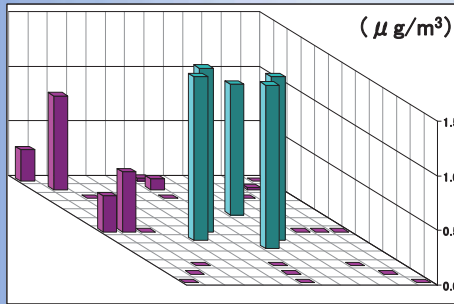
気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.41	0.36	0.41	0.37	0.37	0.20	0.17	0.12	0.19	0.14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.17	0.15	0.00
モニタリング値	2.70	2.40	2.30	2.10	1.80	-	0.07	0.06	-	0.03	<0.02	-	0.05	<0.02	-	0.57	0.37

NIAES

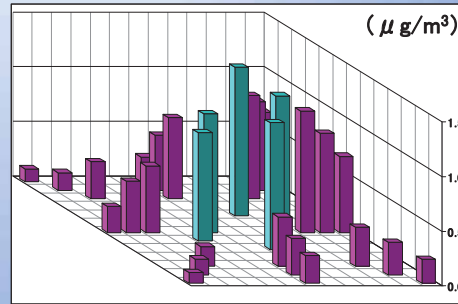
CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布当日17時30分から18時30分の平均濃度



<モニタリング調査結果>



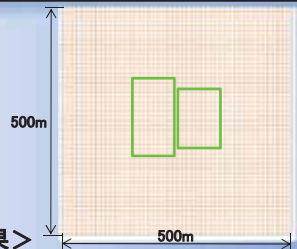
<シミュレーション結果>



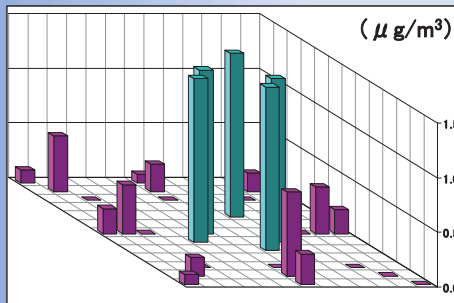
気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	1.09	0.99	1.16	1.33	1.36	0.74	0.50	0.23	1.11	0.91	0.70	0.46	0.33	0.26	0.61	0.47	0.24
モニタリング値	1.90	1.50	2.20	1.60	1.20	-	0.10	0.03	-	<0.02	<0.02	-	<0.02	<0.02	-	0.55	0.33



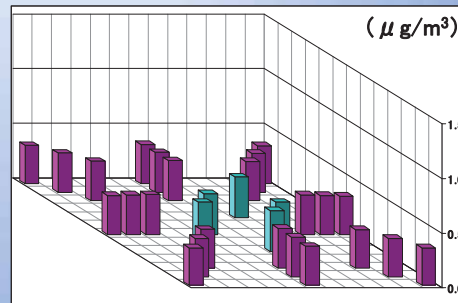
CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布1日後4時から5時の平均濃度



<モニタリング調査結果>



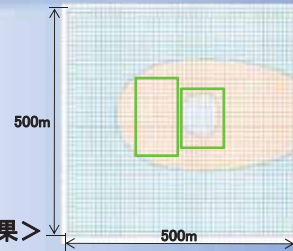
<シミュレーション結果>



気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.38	0.37	0.37	0.37	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.37	0.36	0.36	0.37	0.36	0.36
モニタリング値	2.40	2.20	2.20	2.60	2.20	-	0.25	0.08	-	0.43	0.22	-	0.77	0.28	-	0.45	0.23

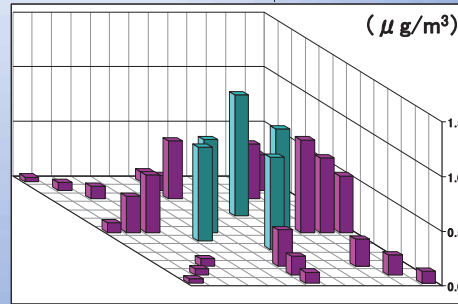
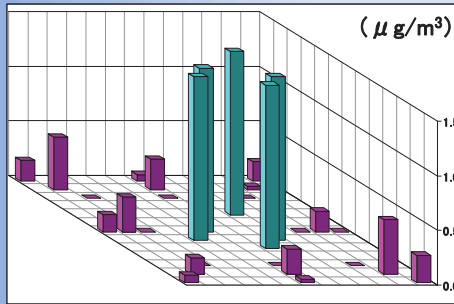


CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布1日後13時30分から14時30分の平均濃度



<モニタリング調査結果>

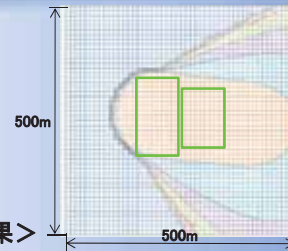
<シミュレーション結果>



気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.85	0.86	0.84	1.03	1.11	0.53	0.13	0.09	0.85	0.68	0.52	0.34	0.17	0.10	0.53	0.33	0.09
モニタリング値	2.30	1.70	2.20	2.10	1.80	-	0.28	0.06	-	0.19	<0.02	-	0.23	0.03	-	0.32	0.16

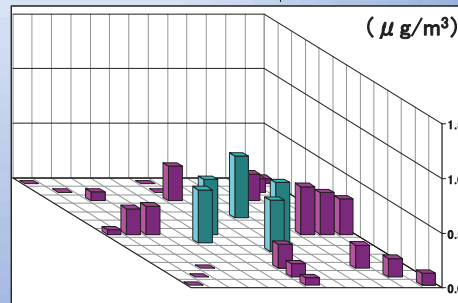
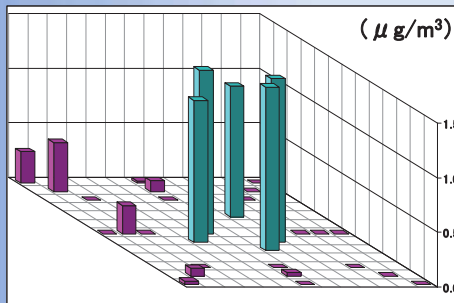
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
散布2日後13時30分から14時30分の平均濃度



<モニタリング調査結果>

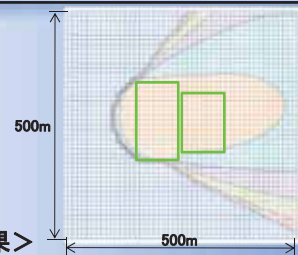
<シミュレーション結果>



気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.50	0.49	0.47	0.55	0.56	0.31	0.00	0.00	0.44	0.38	0.33	0.22	0.12	0.07	0.26	0.24	0.04
モニタリング値	2.40	1.30	2.50	1.50	1.20	-	0.10	0.02	-	<0.02	<0.02	-	0.03	<0.02	-	0.26	<0.02

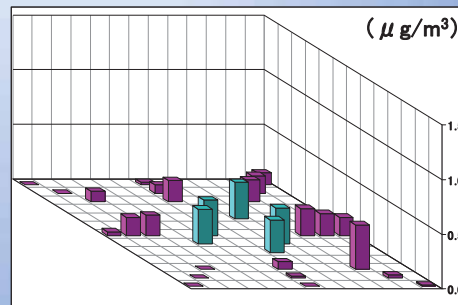
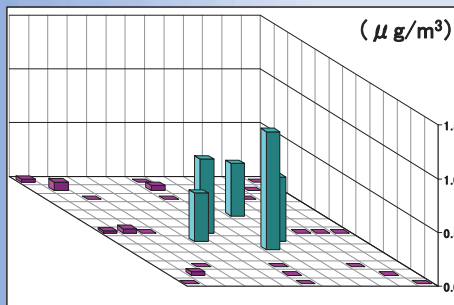
NIAES

CALPUFFによる大気中農薬濃度分布評価
 散布4日後13時30分から14時30分の平均濃度



<モニタリング調査結果>

<シミュレーション結果>



気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	区域内A	区域内B	区域内C	区域内D	区域内E	北			東			南			西		
						5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m	5m	20m	50m
シミュレーション値	0.33	0.32	0.30	0.33	0.33	0.19	0.08	0.02	0.25	0.20	0.17	0.07	0.02	0.00	0.19	0.17	0.03
モニタリング値	0.69	0.45	1.10	0.60	0.49	-	0.05	<0.02	-	<0.02	<0.02	-	<0.02	<0.02	-	0.04	0.02



まとめ

・スプレードリフト(AgDRIFT)とベーパードリフト(CALPUFF)のシミュレーションモデルを組み合わせることで、無人ヘリコプターによる農薬散布について、より現実的な農薬の飛散動態評価を実施することが可能。

・このシミュレーションモデルの利用により無人ヘリコプターによる農薬散布での飛散分布とその経時的な推移について評価は可能。

・フサライドのシミュレーション結果はモニタリングの実測値に近似し、また相関がみられ、今回実施したシミュレーションモデルによる評価は妥当なものと考えられた。



今後の方向性

今回確立したシミュレーションモデルを用い、今後、他の無人ヘリコプターによる散布農薬についても、

- ・物理化学性データや
- ・環境中半減期(分解消失性)データを収集し、
一定の気象条件の基で
農薬ごとにシミュレーションを実施し、暴露量の評価を行う。

