

平成 24 年度農薬の大気経路による影響評価事業（モデル調査業務）
大気ばく露評価シミュレーションモデルに活用する標準モデルと標準シナリオ（案）

2012 年 8 月 6 日

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
小原裕三

1. 大気ばく露評価シミュレーションモデル

無人ヘリコプターによる農薬散布において、亜急性吸入毒性試験の試験期間に相当する 28 日間の大気ばく露評価シミュレーションモデルを用いて、農薬散布に伴う気中農薬濃度や農薬落下量等のばく露評価を行うこととする。なお、シミュレーションモデルの前提条件として環境モデルと標準シナリオは次のように設定する。

- ・環境モデル：無人ヘリコプターによる農薬散布における標準的な立地条件等
 - ・標準シナリオ：無人ヘリコプター散布時の気象条件や散布条件、作物への付着率等
- ※ 安全サイドに立って、現実的な範囲でワーストケースとなるよう設定する。

大気ばく露評価シミュレーションモデルは、上記の環境モデルと標準シナリオを設定した後、別紙の評価対象の約 35 農薬について農薬製剤散布溶液の物理化学性、農薬有効成分の物理化学的性質と環境中における半減期のデータを収集・推計した上で、それらのデータをモデルに適用し、無人ヘリコプターによる農薬散布後 28 日間の農薬の飛散分布と経時的な推移を試算し、相対的な評価を行うこととする。

なお、無人ヘリコプターによる農薬飛散実態モニタリングを行ったフサライドとフェニトロチオンのモニタリングデータをシミュレーションモデルの結果と比較、検証した上でシミュレーションモデルの補正を行い、環境モデルと標準シナリオの条件下で農薬散布を行った場合における各農薬のばく露評価の精度を向上させる。

さらに、平成 22 年度農薬の大気経路による影響評価事業（基礎調査業務）で得られた農薬の温度依存性の物理化学的性質（蒸気圧、オクタノール/水分配係数、水溶解度）のデータ（参考 1）及び EPIsuite※による物理化学的性質の推計データ（参考 2）を用い、田面水や地表面からの農薬揮散速度の推計することで、揮散速度の温度依存性を加味した推移についても評価する。

※ EPIsuite とは、米国 EPA が開発した化学物質の構造式等から物理化学的情報を推計するソフトで、下記 URL にて公開されている。

<http://www.epa.gov/opptintr/exposure/pubs/episuitedl.htm>

2. 環境モデルと標準シナリオ

※ 今回の大気ばく露評価シミュレーションモデルの構築に当たって、特に、環境モデルと標準シナリオの妥当性について委員の先生方のご意見を伺いたい。

(1) 環境モデル：

環境中の化学物質の飛散動態調査において、ヒトの吸入暴露を考慮した場合は、評価対象高度を 1.5m とすると、その 100 倍以上風上側に均一な条件（fetch:吹走距離）で広がっていれば、一般的にそれ以遠の影響を無視することができる（参考

文献参照)。また、風向きについては、一方向から風が吹き、評価対象エリアに空気が滞留した場合は気中濃度がワーストケースとなることから、風向きを北からの一方向に固定し、風下の南側の評価エリアにおいてばく露評価を行うこととし、シミュレーションモデルによる評価対象水田ほ場の規模を次のように設定した(図1)。なお、ここでは地表面の起伏はないものと仮定する。

○評価対象水田ほ場

- ・東西方向：210m
- ・南北方向：200m

※ 1グリッドは10mx10mである。

○評価対象エリア

- ・東西方向：310m
- ・南北方向：350m

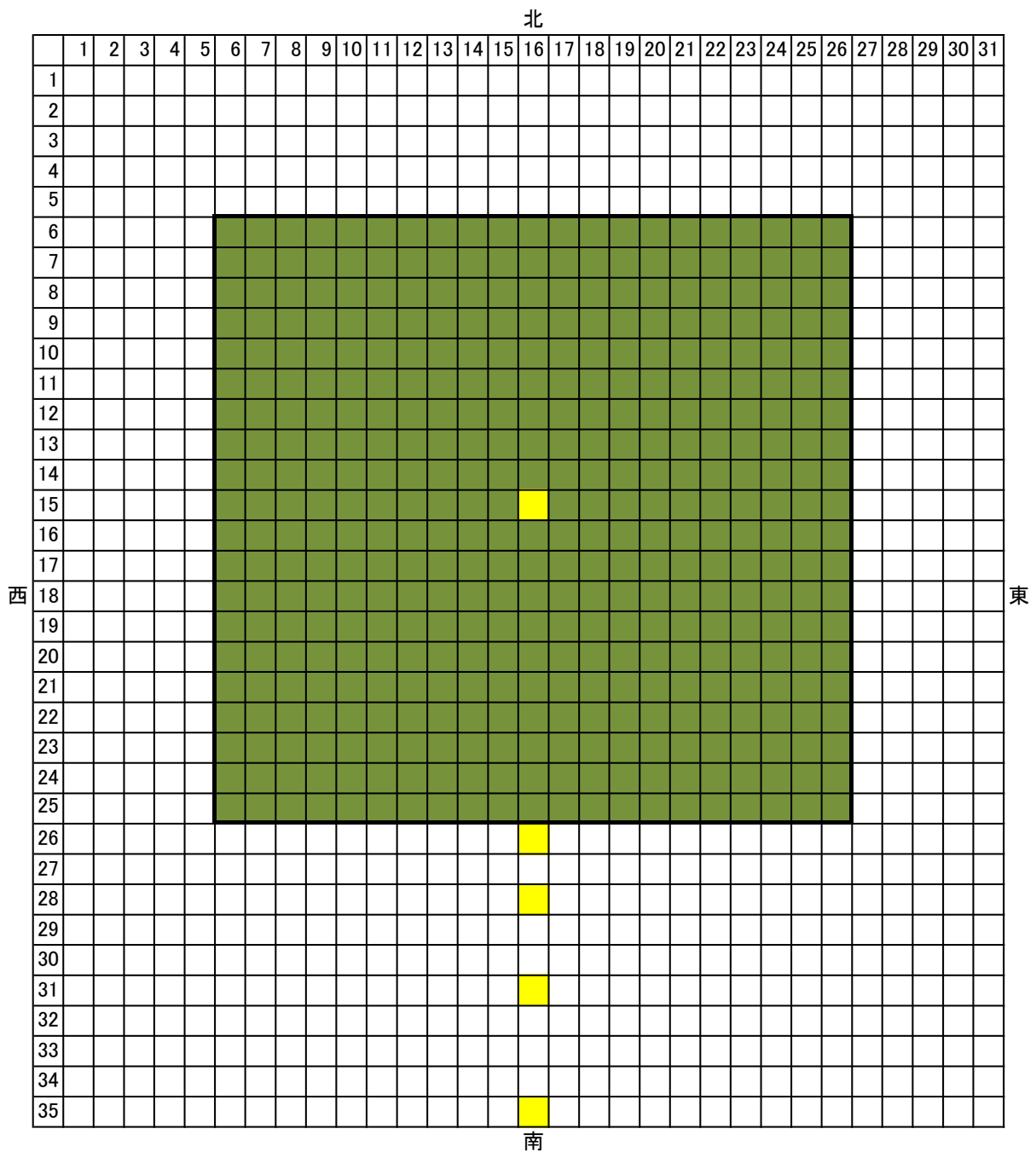


図1 無人ヘリコプターによる農薬散布の評価対象水田圃場の概要

1 グリッドの大きさ 10m x 10m、黄色部分が大気中濃度の経時変化の抽出位置：
 0-10m(5mに相当)、20-30m(20mに相当)、50-60m(50mに相当)、100-110m(100mに相当)
 * 風向は常に北から南(0°)とする。

(2) 標準シナリオ

ア 散布（無人ヘリコプター）条件

シミュレーションに入力する主要な項目を下表にまとめましたので、ご確認お願いいたします。

設定条件	データ	データの根拠等
無人ヘリ・メインローター直径	3,130mm	主要機種である R-MAX 型仕様（ヤマハ発動機株式会社カタログより） ・シェアを考慮し、以下の機体等を選択 機体：R-MAX 散布装置：L17A 標準仕様 仕様ノズルの型番：TXVS-8
無人ヘリ・全長/ローター含む全長	2,750mm/3,630mm	
無人ヘリ・全高	1,080mm	
無人ヘリ・最大離陸重量	93kg	
薬剤最大積載量	24kg	
散布装置	L17A 標準仕様	
仕様ノズルの型番	TXVS-8	
ノズル噴霧圧	0.44MPa (定圧散布のための規定値)	
ノズル間隔	1,340mm	
ノズルの個数	4 個 (定圧散布のための規定値)	
メインローターに比較したノズルの設置幅	42.8% (メインローター直径/ノズル間隔×100)	
農薬の散布粒子 $Dv0.5$ (この数値以下の粒子が全体の体積の 50%を占める)	114 μm	平成 22 年度農薬の大気経路による影響評価事業（基礎調査業務）において、噴霧ノズル TXVS-8 を用い噴霧粒子径分布を測定した。その結果、無人ヘリコプターの噴霧条件では、主要な噴霧粒子径は農薬剤の種類と薬液の希釈倍率にはほとんど依存せず、ほぼ純水と同等であることが分かった。従って、 <u>純水</u> の粒子径を用いる。
農薬の散布粒子 VMD(体積中位径)	114 μm	
農薬の散布粒子 R100 (100 μm 以下の粒子が占める体積割合)	36%	
農薬の散布幅	7.5m	R-MAX 型仕様（ヤマハ発動機株式会社カタログより）
農薬散布幅の重なり定義	無	有(重なり割合：0.37)の場合との比較を行い、差が問題とならないことを確認する
無人ヘリの散布飛行高度	地上又は作物上 4m	「無人ヘリコプターによる病害虫防除者のための安全対策マニュアル」より
無人ヘリの散布速度	10km/h	

イ 気象条件

気象条件は、新潟県のデータを採用した。これは、①フサライドのモニタリング調査を行った地域であり、シミュレーション結果とモニタリング調査結果の比較、検証が可能、②無人ヘリによる散布が大規模で行われている地域では、8月の気温が比較的高いため、気中濃度についてワーストケースと想定されるためである。

具体的には、アメダスデータ新潟（平成14年から平成23年の10年間の8月の1日から7日の平均値を繰り返し利用した）を利用し、データの得られない気象要素については昨年度行った実測値を平均して用いる。

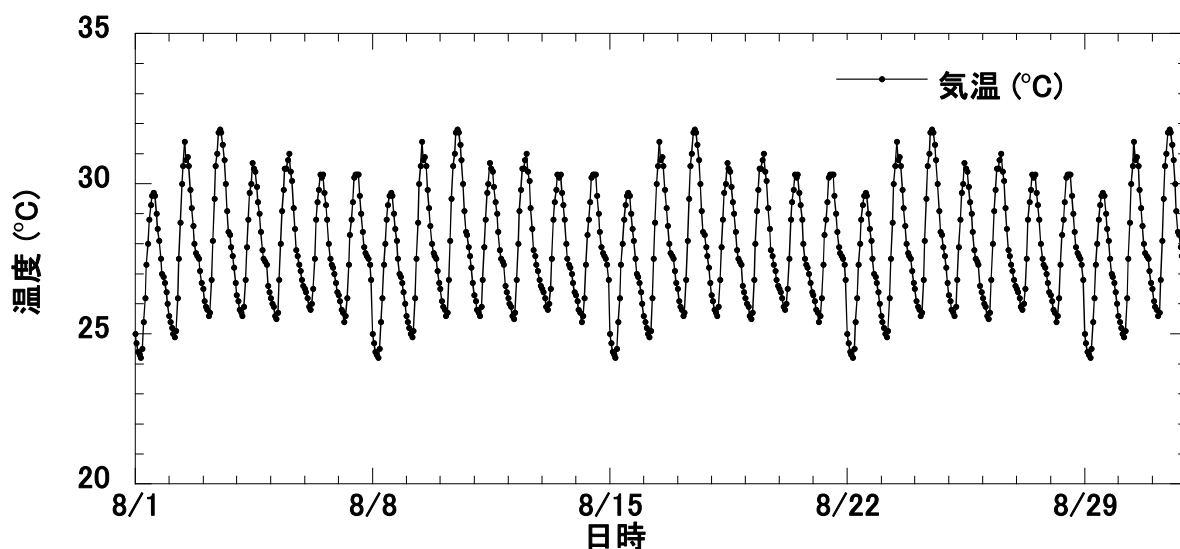


図2 新潟における過去10年間の平均気温の推移(8月1日から8月7日の繰り返し)

アメダスデータを用いた。平均気温：27.8 °C

最高：31.8 °C

最低：24.2 °C

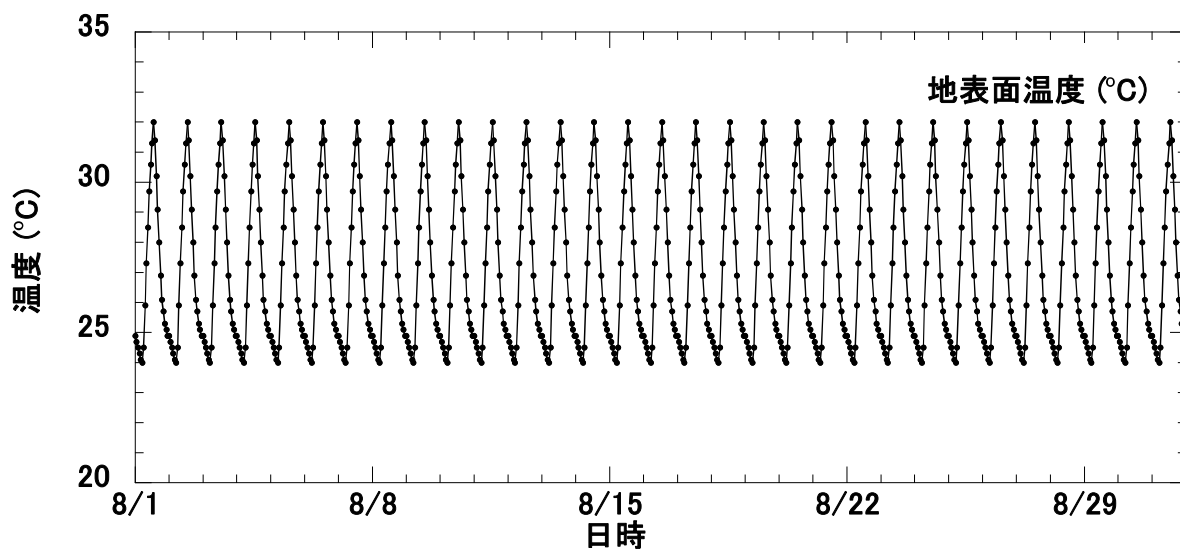


図3 新潟における裸地圃場地表面温度(2011年8月8日から9月5日の日内平均の繰り返し)

水田周辺の畦や畑等、作物等のない地表面を想定。

昨年フサライドのモニタリング調査を行った際、気象観測装置の周辺で測定したデータを用いた。

平均地表面温度：27.0 °C

最高：32.0 °C

最低：24.0 °C

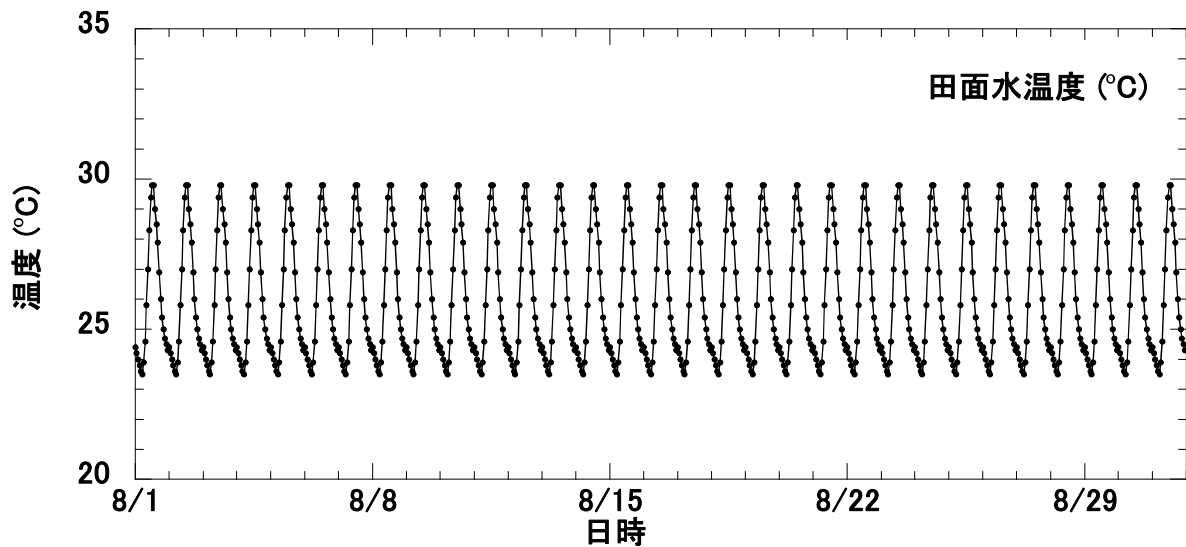


図4 新潟における田面水温度(2011年8月8日から9月5日の日内平均の繰り返し)

水田を想定。

昨年フサライドのモニタリング調査を行った際、気象観測装置の周辺で測定したデータを用いた。

平均地表面温度：26.0 °C

最高：29.8 °C

最低：23.5 °C

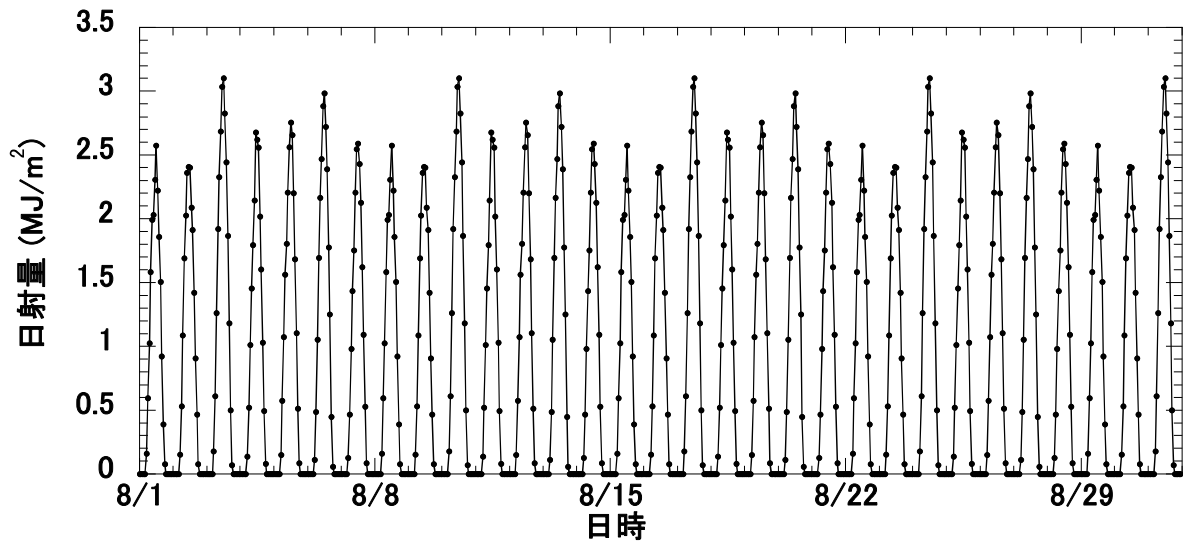


図5 新潟における過去10年間の平均日射量の推移(8月1日から8月7日の繰り返し)
アメダスデータを用いた。

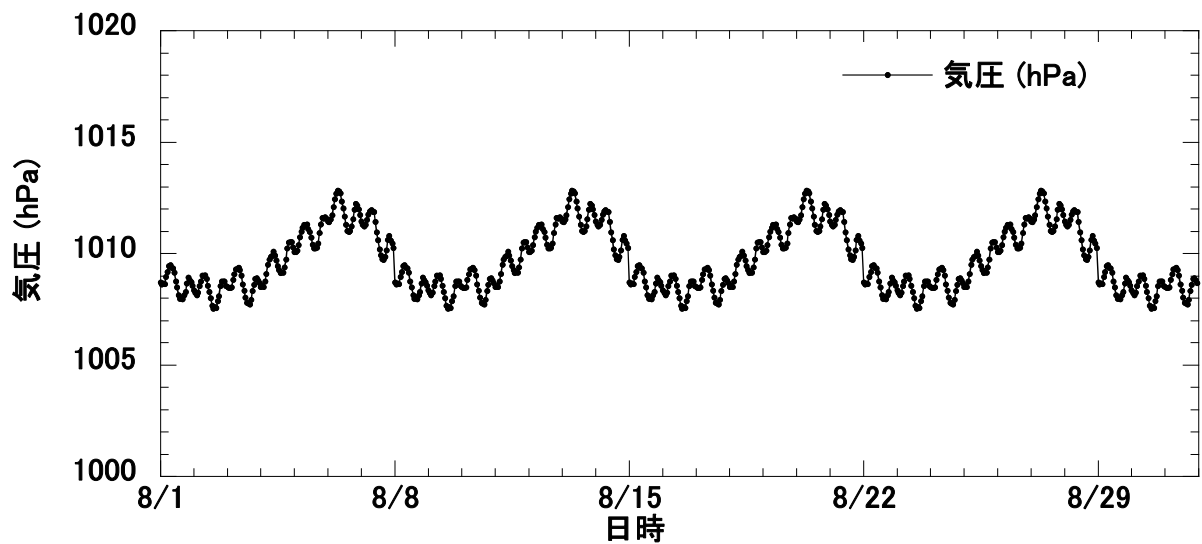


図6 新潟における過去10年間の平均気圧の推移(8月1日から8月7日の繰り返し)
アメダスデータを用いた。

平均気圧 : 1009.8 hPa
 最高 : 1012.8 hPa
 最低 : 1007.5 hPa

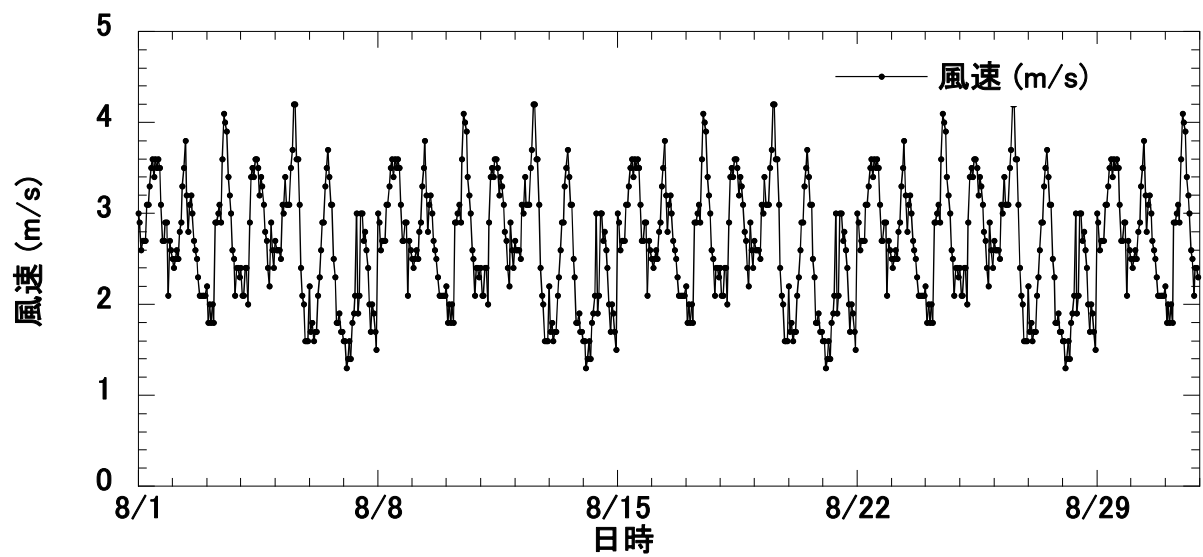


図 7 新潟における過去 10 年間の平均風速の推移(8 月 1 日から 8 月 7 日の繰り返し)

アメダスデータを用いた。

平均風速 : 2.6 m/s

最高 : 4.2 m/s

最低 : 1.3 m/s

別紙

無人ヘリ防除(水稻)農薬のうち使用実績(平成21年度～平成23年度全国平均)を基にした評価対象農薬成分

【殺菌剤】

順位	農薬成分名	系統名	使用実績 (1000ha)	ADI (mg/kg体重/日)	備考	
					亜急性吸入毒性試験データの有無	モニタリングデータの有無
1	フサライド	メラニン生合成阻害剤	270	0.04*	22年度試験実施	23年度実施
2	トリシクラゾール	メラニン生合成阻害剤	147	0.03*	試験実施不能	
3	フェリムゾン	その他の合成殺菌剤	128	0.019	23年度試験実施	
4	カスガマイシン	抗生物質殺菌剤	111		24年度試験実施予定	
5	アゾキシストロビン	ストロビリリン系殺菌剤	97	0.18	24年度試験実施予定	
6	バリタマイシンA	抗生物質殺菌剤	82			
7	フルトラニル	酸アミド系殺菌剤	48	0.087	24年度試験実施予定	
8	ベンシクロン	フェニル尿素系殺菌剤	18	0.053		
9	ジクロシメット	メラニン生合成阻害剤	12	0.005		
10	ジクロメジン	ピリダジン系殺菌剤	9			
11	プロベナゾール	その他の合成殺菌剤	8	0.02*		
12	メブロニル	酸アミド系殺菌剤	6	0.05		
13	ピロキロン	メラニン生合成阻害剤	6	0.015*		
14	フェノキサニル	メラニン生合成阻害剤	5	0.007		
15	チオファネートメチル	ベンゾイミダゾール系殺菌剤	3	0.12*		
16	メトミノストロビン	ストロビリリン系殺菌剤	1	0.016		
17	イソプロチオラン	ジチオラン系殺菌剤	0.37	0.1		
18	シメコナゾール	ステロール生合成阻害剤	0.13	0.0085		

【殺虫剤】

順位	農薬成分名	系統名	使用実績 (1000ha)	ADI (mg/kg体重/日)	備考	
					亜急性吸入毒性試験データの有無	モニタリングデータの有無
1	ジノテフラン	ネオニコチノイド系殺虫剤	345	0.22	有	有
2	エトフェンプロックス	ピレスロイド系殺虫剤	154	0.031	有(90日間)	有
3	エチプロール	フェニルピラゾール系殺虫剤	73	0.005	24年度試験実施予定	
4	クロチアニジン	ネオニコチノイド系殺虫剤	70	0.097	23年度試験実施	
5	シラフルオフェン	ピレスロイド系殺虫剤	49	0.11		
6	プロフェジン	昆虫成長制御剤	48	0.009	24年度試験実施候補	
7	テブフェノジド	昆虫成長制御剤	45	0.016		
8	MEP(フェントロチオン)	有機リン系殺虫剤	11	0.005*	有	有
9	チアメトキサム	ネオニコチノイド系殺虫剤	4	0.018		
10	クロマフェノジド	昆虫成長制御剤	1	0.27		
11	BPMC(フェノプロカルブ)	カーバメート系殺虫剤	0.7	0.012*		
12	DEP(トリクロルホン)	有機リン系殺虫剤	0.6		有	

*出典:厚生科学審議会答申(平成15年水道水質基準制定の際に参照した暫定的なADI)

【殺虫・殺菌剤】

順位	農薬剤名	農薬成分名	系統名
1	アミスターレボンSE	エトフェンプロックス	ピレスロイド系殺虫剤
		アゾキシストロビン	メトキシアクリレート系阻害剤
2	ビーエイトレボンゾル	エトフェンプロックス	ピレスロイド系殺虫剤
		トリシクラゾール	メラニン生合成阻害剤
3	アブロードロムダン モンカットエア	テブフェノジド	昆虫成長制御剤
		プロフェジン	昆虫成長制御剤
		フルトラニル	酸アミド系殺菌剤
4	ジノテフラン	ジノテフラン	ネオニコチノイド系殺虫剤
		トリシクラゾール	メラニン生合成阻害剤

大気ばく露評価シミュレーションモデルに活用する標準モデルと標準シナリオ（案）
に対する委員からのご意見に対する対応について

事 項	意 見	対 応 状 況
環境モデル		
ほ場面積	評価するほ場の大きさにより、ばく露濃度への感度解析を行ってみてはどうか。	予定している 210m×200mの設定の他に、100 四方、300m四方等の設定による影響について、確認いたします。
抽出位置	無人ヘリコプター散布作業において、立入禁止区域が設定されているのであれば、それを参考に評価地点を定めてはどうか。	無人ヘリコプター散布での立入禁止区域の設定はありません。そのため、ほ場周辺濃度は、最も近い距離からの設定としています。
評価高度	高度 1.5mで、最大危険度として評価可能か。2点定める必要があるのではないか。	今回の評価は0~2mの間の平均濃度が推測されることとなります。 大人の場合(一般的には1.5m)でも、子供の場合でも、呼吸器の位置は当該範囲に含まれることから、今回、評価高度については、ケースを考慮せず、この1点での実施としています。
標準シナリオ		
無人ヘリの機種	旧型の、より飛散の大きいと考えられる機種の仕様については考慮していない。 ワーストケースを考えるのであれば、旧型で計算を実施すべきではないか。	無人ヘリコプターについては、シミュレーションの対象機種の R-MAX がほとんどを占めています。 しかし、ご指摘を踏まえ、一部農薬において旧型の機種と新型の機種の条件でシミュレーションを行い比較することで、機種の影響を確認することとしたいと考えております。
図3	違うグラフが示されている	修正いたしました。
図5	Y軸の単位は、日射量 (MJ/m ²)ではないか。	修正いたしました。
その他		
別紙 評価対象農薬	系統名の記載について、化合物の骨格と作用機構とが混在しているので整理すること。	原則として、構造に基づく系統による名称を記載しておりますが、構造による分類ができなかったものについては、作用機作に基づく名称や、その他等としております。
参考資料2 農薬の物性	水溶解度、オクタノール水配分係数等については、農薬抄録などにある実測値を使ってはどうか。	ご指摘の通りといたします。
参考資料2 分解消失	各媒体での分解消失のデータは、得られない場合も多く、得られたとしても変動幅が大きいので、考慮せずに評価してはどうか	ご指摘の通り、シミュレーションでは、分解消失を考慮せずに行いました。なお、このことにより、ばく露量はより大きく見込まれると考えております。