

環境中予測濃度（水濁 P E C ）算定方法

1. 水濁 PEC の一般式

$$\text{河川予測濃度} = \frac{\text{地表流出量} + \text{河川ドリフト量} + \text{排水路ドリフト量}}{\text{年間河川流量}}$$

2. 水田

第 1 段階

水田からの農薬の流出については、農薬の使用面積を 50ha とし、水尻・畦からの流出を考慮する。水尻・畦からの流出については、評価期間（365 日）水尻・畦より 1 日あたり 10%（水深 5mm 相当）排水するとする。しかしながら、第 1 段階においては土壌吸着等はないものと仮定するため、使用した農薬は全量河川に流出することとして計算する。

なお、評価地点における年間河川流量は、3,756,000m³とする。

< 水田第 1 段階 >

$$\text{河川予測濃度} = \frac{1 \text{ 回当たり農薬使用量}(\text{g}/\text{ha}) \times \text{使用回数} \times \text{農薬散布面積}}{3,756,000\text{m}^3}$$

第 2 段階

第 2 段階では、当該農薬の水質汚濁性試験及びその性状、安定性、分解性等に関する試験結果を用いて、止水期間を設定しない場合と、止水期間を設定する場合に分けて算出する。なお、河川底質への吸着等は考慮しない。

止水期間がない場合

農薬の地表流出量は、水田水尻（M_{out}）と畦（M_{seepage}）からの排水によるもの、並びに河川及び排水路へのドリフトの和である。

< 水田第 2 段階：止水期間なし >

$$\text{河川予測濃度} = \frac{\text{水尻からの流出量}(\text{M}_{\text{out}}) + \text{畦からの流出量}(\text{M}_{\text{seepage}}) + \text{河川ドリフト量}(\text{M}_{\text{dr}}) + \text{排水路ドリフト量}(\text{M}_{\text{dd}})}{3,756,000\text{m}^3}$$

【記号の説明】

M_{out} : 水田水尻からの農薬流出量(g)

$$= 50ha \times \sum C_i \times Q_{out}$$

(i : 農薬使用日から 150 日目まで。すなわち $0 \leq i \leq 150$ 。)

$M_{seepage}$: 畦からの農薬流出量(g)

$$= 50ha \times (\sum C_i \times Q_{seepage}) / K_{levee}$$

(i : 使用初日から 150 日目まで。すなわち $0 \leq i \leq 150$ 。)

M_{dr} : 河川へのドリフト農薬量(g)

$$= I \times D_{river} / 100 \times Z_{river}$$

M_{dd} : 排水路へのドリフト農薬量(g)

$$= I \times D_{ditch} / 100 \times Z_{ditch}$$

C_i : i 日目の田面水中農薬濃度 (水質汚濁性試験から計算した半減期と水替率(10% : 0.1/日)使用) (mg/L)

$0 \leq i \leq 14$ のとき

$$C_i = (i \text{ 日目の水濁試験田面水中濃度実測値}) \times \exp\{- (\text{水替率} \times i)\}$$

$14 < i$ のとき

$$C_i = C_0 \times \exp\{- \{(\ln 2 / \text{水濁試験田面水中半減期}) + \text{水替率}\} \times i\}$$

$$C_0 = \{(\text{農薬使用量(g/ha)} \times 50ha - M_{dr} - M_{dd}) \times F_p\}$$

$$/ 500ha \times 10\% \times \text{田面水深さ(0.05m)} \times 10^{-4}(\text{m}^2/\text{ha})$$

15 日目以降の水質汚濁性試験データがある場合には、そのデータを用いて算出できる。

水田パラメータ

Q_{out} : 1 日あたりの水田水尻からの流出水量 ($30\text{m}^3/\text{ha}/\text{day}$)

$Q_{seepage}$: 1 日あたりの畦からの流出水量 ($20\text{m}^3/\text{ha}/\text{day}$)

(水田 1ha あたりの水量 ($500\text{m}^3/\text{ha}$: $100\text{m} \times 100\text{m} \times 5\text{cm}$) のうち、10% (50m^3) が毎日流出する。うち 30m^3 は水尻から、 20m^3 は畦からとする。)

F_p : 水田における施用方法による農薬流出補正係数

(地上防除 : 湛水散布=1、茎葉散布=0.5、箱処理=0.2
航空防除 : 茎葉散布=0.3、茎葉散布以外=1)

I : 1 作あたりの農薬使用量(g/ha)

D_{river} : 河川ドリフト率 (地上防除 : 0.5%、航空防除:2.4%。ただし粒剤、70アブル剤、土壌処理剤、くん蒸剤は 0%。)

D_{ditch} : 排水路ドリフト率 (地上防除 : 4%、航空防除:100%。ただし粒剤、70アブル剤、土壌処理剤、くん蒸剤は 0%。)

Z_{river} : 河川ドリフト面積(ha)

$$= \text{水田の支川隣接長さ(5000m)} \times \text{普及率(10\%)} \times \text{支川幅(3m)} \times \text{換算係数}(10^{-4}\text{ha/m}^2) = 0.15ha$$

Z_{ditch} : 排水路ドリフト面積(ha)

$$\left[\begin{array}{l} = 500\text{ha} \times 10\% / 150 = 0.33\text{ha} \\ (1/150=\text{ほ場面積に対する排水路の敷設率}) \end{array} \right]$$

K_{levee} : 畦吸着係数(-)

$$K_{levee} = \rho_{levee} / R_{ws} \times K_{oc} \times OC_{levee} / 100 + 1$$

$$\left[\begin{array}{l} \rho_{levee} : \text{畦土壌の比重} (1.0\text{g/cm}^3) \\ R_{ws} : \text{接触水と接触土の体積比} (2.4) \\ K_{oc} : \text{土壌吸着定数} (\text{cm}^3/\text{g}) \\ OC_{levee} : \text{畦土壌の有機炭素含有率} (2.9\%) \end{array} \right]$$

止水期間がある場合

農薬の地表流出量は、止水中 (M_1) は畦 ($M_{seepage}$) からの排水によるものおよび河川及び排水路へのドリフトの和、止水後 (M_2) は水田水尻 (M_{out}) と畦 ($M_{seepage}$) からの排水によるものである。

< 水田第2段階：止水期間あり >

$$\text{河川予測濃度} = \frac{\begin{array}{cccc} \text{止水中} & \text{止水後} & \text{河川} & \text{排水路} \\ \text{流出量}(M_1) & + \text{流出量}(M_2) & + \text{ドリフト量}(M_{dr}) & + \text{ドリフト量}(M_{dd}) \end{array}}{3,756,000\text{m}^3}$$

【記号の説明】

M_1 : 止水中の農薬流出量 (g)

$$= M_{seepage}$$

$$= 50\text{ha} \times (\sum C_i \times Q_{seepage}) / K_{levee}$$

(i : 農薬使用日から止水終了日まで。すなわち $0 \leq i < \text{止水期間 } k$ 。)

C_i : i 日目の田面水中農薬濃度 (水質汚濁性試験から計算した半減期と止水期間水替率 (4%(畦のみ) : 0.04/日) 使用) (mg/L)

$0 \leq i < 14$ (かつ $i < \text{止水期間 } k$) のとき

$$C_i = (i \text{ 日目の水濁試験田面水中濃度実測値}) \times \exp\{- (\text{止水期間水替率} \times i)\}$$

$14 < i < \text{止水期間 } k$ のとき

$$C_i = C_0 \times \exp[- \{(\text{Ln}2/\text{水濁試験田面水中半減期}) + \text{止水期間水替率}\} \times i]$$

$$C_0 = \{(\text{農薬使用量}(\text{g/ha}) \times 50\text{ha} - M_{dr} - M_{dd}) \times F_p\}$$

$$/ 50\text{ha} \times \text{田面水深さ}(0.05\text{m}) \times 10^4(\text{m}^2/\text{ha})$$

15日目以降の水質汚濁性試験データがある場合には、そのデータを用いて算出できる。

M_L : 止水後の農薬流出量(g)

$$= M_{out} + M_{seepage}$$

$$= (50ha \times \sum C_i \times Q_{out}) + 50ha \times (\sum C_i \times Q_{seepage})/K_{levee}$$

(i : 止水終了日(k)から農薬使用後 150 日まで、すなわち止水期間 $k < i < 150$ 。)

C_i : 水質汚濁性試験から計算した半減期と水替率 (10% : 0.1/日) を考慮した i 日目の田面水中農薬濃度

$$i < 14 \text{ (かつ止水期間 } k < i \text{) のとき}$$

$$C_i = (i \text{ 日目の水濁試験田面水中濃度実測値}) \times \exp[-\{\text{止水期間水替率} \times k + \text{水替率} \times (i - k)\}]$$

$$14 < i \text{ (かつ止水期間 } k < i < 150 \text{) のとき}$$

$$C_i = C_k \times \exp[-\{(\text{Ln}2/\text{水濁試験田面水中半減期}) + \text{水替率}\} \times (i - k)]$$

$$C_k (\text{止水終了日}(k)\text{の田面水中濃度}) = C_0 \times \exp[-\{(\text{Ln}2/\text{水濁試験田面水中半減期}) + \text{止水期間水替率}\} \times k]$$

15 日目以降の水質汚濁性試験データがある場合には、そのデータを用いて算出できる。

M_{dr} : 河川へのドリフト農薬量 (g)

$$= I \times D_{river}/100 \times Z_{river}$$

M_{dd} : 排水路へのドリフト農薬量 (g)

$$= I \times D_{ditch}/100 \times Z_{ditch}$$

第3段階

水田ほ場を用いた試験を行い、第2段階の手法に準じて算定。

3. 非水田

第1段階

農地からの流出については降雨による流出と使用時のドリフトを考えることとし、降雨による流出率、寄与率(河川に地表流出水が流れ込む率)及びドリフト率については、いずれも水産 PEC で用いた数値・考え方を使用することとする。

なお、第1段階では農薬の使用時期及び降雨時期を考慮するが、降雨に至るまでの期間における土壌における分解等は考慮しない。

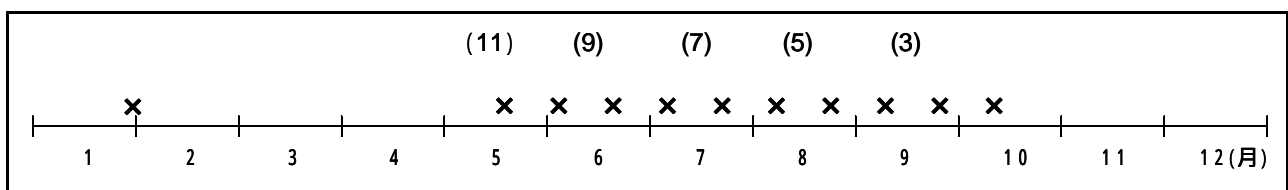


図5 . 地表流出頻度の高い時期に農薬全使用回数 ($N_{app}=5$ 回) が使用される場合のパターン (x は農薬使用日、その上段 () 内数値は翌年 5 月までの降雨による地表流出回数を示す)

注) シナリオの起点となる農薬使用日を5月の農薬使用日とし、地表流出発生日の7日前(初回農薬使用から初回降雨までの日数 $t_{rain1}=7$ 日)とする。

降雨については農薬使用日から t_{rain1} 日目に1回目の降雨、その後 Δt_{rainA} 日毎に10回目までの降雨があり、さらにその Δt_{rainB} 日後に11回目の降雨が生じる条件を基本設定とする。

非水田使用農薬の地表流出量は、地表流出の発生時期と農薬使用時期が密接に関係する。このため、農薬の使用時期が特定できない農薬にあつては、地表流出が集中する5月から10月までの150日間で均等に農薬が使用されるものとして農薬の流出量を算定する。すなわち、農薬使用回数 (N_{app}) が5回の農薬の場合、シナリオの起点日(図3注参照)から30日毎に農薬が使用されることとする(すなわち、農薬使用間隔 $\Delta t_{app}=150/N_{app}=30$ 日)。

< 非水田第1段階 >

$$\text{河川予測濃度} = \frac{\text{非水田からの流出量}(M_{out-u}) + \text{河川ドリフト量}(M_{dr-u})}{3,756,000\text{m}^3}$$

【記号の説明】

M_{out-u} : 非水田からの農薬流出量(g)

$$= (750\text{ha}(\text{畑地面積}) \times 5\%(\text{寄与率}) \times (I - M_{dr-u}) \times \Sigma W_{rain} \times R_u \times F_u$$

M_{dr-u} : 河川へのドリフト農薬量(g)

$$= I \times D_{river} \times Z_{river}$$

非水田パラメータ

I : 1作あたりの農薬使用量(g/ha)

ΣW_{rain} : 評価期間中(365日間)に農薬全使用回数に発生する農薬流出が起きる降雨回数の和。すなわち農薬使用回数が複数回の場合、 ΣW_{rain} は1回目から m 回目までのそれぞれの使用分に対して農薬流出が起こる降雨回数の和。

R_u : 非水田からの農薬流出率(流出率0.2% × 寄与率(河川に地表流出水が流れ込む面積の割合)10%=0.02%)

F_u : 非水田における施用法による農薬流出補正係数

$$\left[\begin{array}{l} \text{地上防除: 土壌混和・灌注}=0.1、\text{それ以外}=1 \\ \text{航空防除: 茎葉散布}=0.3、\text{それ以外}=1 \end{array} \right]$$

D_{river} : 河川ドリフト率(果樹以外:0.2%、果樹:5.8%、航空防除:2.0%。ただし粒剤、フロアブル剤、土壌処理剤、くん蒸剤は0%。)

Z_{river} : 河川ドリフト面積

$$= \text{畑地の支川隣接長さ}(7500\text{m}) \times \text{普及率}(5\%) \times \text{支川幅}(3\text{m}) \times \text{換算係数}$$

$$(10^{-4} \text{ ha/m}^2) = 0.11 \text{ ha}$$

第2段階

第1段階に加え、土壌中における分解を考慮する。

なお、ここで用いる土壌中半減期は、土壌残留性試験（ほ場試験）で得られた値のうち、もっとも長いものを用いることとする。

< 非水田第2段階 >

$$\text{河川予測濃度} = \frac{\text{非水田からの農薬流出量}(M_{\text{out-u}}) + \text{河川ドリフト量}(M_{\text{dr-u}})}{3,756,000 \text{ m}^3}$$

【記号の説明】

$M_{\text{out-u}}$: 降雨による非水田からの農薬流出量(g)

$$\begin{aligned} &= \sum M_{\text{out-u,m}} \\ &= \sum \{ \sum U_{m,n} \times 750 \text{ ha (畑地面積)} \times 5\% (\text{普及率}) \times R_u \times F_u \} \\ &= \sum \sum U_{m,n} \times 750 \text{ ha (畑地面積)} \times 5\% (\text{普及率}) \times R_u \times F_u \end{aligned}$$

$\sum \sum U_{m,n}$: m 回目使用分にかかる n 回目降雨流出時の流出対象（流出寄与域内）
ほ場中農薬量の総和(g/ha)

$M_{\text{dr-u}}$: 河川へのドリフト農薬量(g)

$$= \sum M_{\text{dr-u,m}} = I \times D_{\text{river}} \times Z_{\text{river}}$$

〔参考〕

使用回数 m=1 において

n=1 のとき、すなわち 1 回目農薬使用にかかる 1 回目降雨流出時

1 回目降雨流出時の流出対象ほ場中濃度 :

$U_{1,1}$ = 1 回目使用にかかるほ場中初濃度 $\times \exp\{ - (\text{ほ場中減少速度定数}) \times 1 \text{ 回目降雨までの日数} \}$

$$= U_{1,0} \times \exp\{ - (\text{Ln}2/\text{土壌中半減期}) \times t_{\text{rain}1} \}$$

ここで、 $U_{1,0} = (\text{単回使用量(g/ha)} \times 750 \text{ ha} \times 5\% - M_{\text{dr-u},1}) / (750 \text{ ha} \times 5\%)$

$$M_{\text{dr-u},1} = \text{単回使用量(g/ha)} \times D_{\text{river}} \times Z_{\text{river}}$$

2 n 10 のとき、すなわち 1 回目農薬使用にかかる n 回目降雨流出時
n 回目降雨流出時の流出対象ほ場中濃度 :

$$U_{1,n} = U_{1,n-1} \times (1 - \text{流出率 } 0.2 \times F_u) \times \exp\{ - (\text{Ln}2/\text{土壌中半減期}) \times \Delta t_{\text{rain}A} \}$$

n=11 のとき、すなわち 1 回目農薬使用にかかる 11 回目降雨流出時
11 回目降雨流出時の流出対象ほ場中濃度：

$$U_{1,11}=U_{1,10} \times (1 - \text{流出率 } 0.2 \times F_v) \times \exp\{- (\text{Ln}2/\text{土壤中半減期}) \times \Delta t_{\text{rainB}}\}$$

使用回数 m (1 ~ m 総農薬使用回数 N_{app}) において

n=1 のとき、すなわち m 回目農薬使用にかかる 1 回目降雨流出時
1 回目降雨流出時の流出対象ほ場中濃度：

U_{m,1}=m 回目使用にかかるほ場中初濃度 × exp{ - (ほ場中減少速度定数) × 1 回目
降雨までの日数}

$$=U_{m,0} \times \exp\{- (\text{Ln}2/\text{土壤中半減期}) \times t_{\text{rain},m}\}$$

ここで、U_{m,0}=(単回使用量(g/ha) × 750ha × 5% - M_{dr-u,m}) / (750ha × 5%)

$$M_{\text{dr-u,m}}=\text{単回使用量(g/ha)} \times D_{\text{river}} \times Z_{\text{river}}$$

2 n のとき、すなわち m 回目農薬使用にかかる n 回目降雨流出時
-i) n 回目降雨日 年間における 11 回目降雨日するとき (すなわち Δt_{app} ×
(m - 1) + t_{rain,m} + Δt_{rainA} × (n - 1) t_{rain1} + Δt_{rainA} × 10)

n 回目降雨流出時の流出対象ほ場中濃度：

U_{m,n}=(n - 1)回目降雨時のほ場中濃度 × (1 - 降雨流出する比率)

× exp{ - (ほ場中減少速度定数) × 降雨間隔}

$$=U_{m,n-1} \times (1 - \text{流出率 } 0.2 \times F_v) \times \exp\{- (\text{Ln}2/\text{土壤中半減期}) \times \Delta t_{\text{rainA}}\}$$

-ii) n 回目降雨日 = 年間における 11 回目降雨日するとき (すなわち Δt_{app} ×
(m - 1) + t_{rain,m} + Δt_{rainA} × (n - 1))

$$U_{m,n}=U_{m,n-1} \times (1 - \text{流出率 } 0.2 \times F_v) \times \exp\{- (\text{Ln}2/\text{土壤中半減期}) \times \Delta t_{\text{rainB}}\}$$

m：農薬使用回数 (m=1 ~ N_{app})

n：m 回目農薬使用分にかかる降雨の回数 (n=0 ~ 11。最大値は m 回目使用日
による。)

N_{app}：年間の農薬使用回数

t_{rain1}：初回農薬使用日から最初の降雨日までの日数。t_{rain1}=7 日。

t_{rain,m}：m 回目農薬使用日から最初の降雨日までの日数。0 ≤ t_{rain,m} ≤ 15。

Δt_{rainA}：1 回目 ~ 10 回目までの降雨間隔。Δt_{rainA}=15 日。

Δt_{rainB}：10 回目 ~ 11 回目までの降雨間隔。Δt_{rainB}=120 日。

Δt_{app}：農薬使用間隔。150/N_{app}。

シナリオ案に沿った場合の計算式例

< 前提 >

評価期間 365日。初回の農薬使用日から期間の開始とする。

地表流出が起きる降雨の時期

1月末、5月後半、6月～9月：月2回、10月前半 計11回

(初回の使用7日目以降に降雨があり($t_{rain1}=7$)、10回目までは15日おきに降雨が起きる($\Delta t_{rainA}=15$)、11回目は10回目降雨後120日目とする($\Delta t_{rainB}=120$))

農薬使用スケジュール(5回使用。5月後半に使用開始)

0日目、30日目、60日目、90日目、120日目 計5回($N_{app}=5$)

< 考え方 >

使用1回目・・・5月後半から15日毎に流出(10回) + 1月末の流出 = 11回
($m=1, n=1 \sim 11$)

使用2回目・・・6月前半から15日毎に流出(8回) + 1月末の流出 = 9回
($m=2, n=1 \sim 9$)

(中略)

使用5回目・・・9月後半、10月前半、1月末 = 3回($m=5, n=1 \sim 3$)

以上の農薬使用5回分の地表流出およびそれぞれのドリフト分を合算する。

< 非水田第2段階 >

$$\text{河川予測濃度} = \frac{\Sigma M_{out-u,m} + \Sigma M_{dr-u,m}}{3,756,000m^3}$$

【記号の説明】

$\Sigma M_{out-u,m}$: 降雨による非水田からの農薬流出量

$$= 37.5ha \times 0.02\% \times F_u \times \Sigma \Sigma U_{m,n}$$

$\Sigma M_{dr-u,m}$: 河川へのドリフト量

$$= I \times D_{river} \times Z_{river}$$

$U_{m,n}$: 降雨時のほ場中濃度(2 n 10の例。)

$$= (n - 1)\text{回目の降雨時のほ場中濃度} \times (1 - \text{降雨による流出する比率}) \times \exp(-\text{ほ場中の減少速度定数} \times \text{降雨間隔})$$

$$= U_{m,n-1} \times 0.998 \times \exp(-1 \times \text{Ln}2/\text{土壌中半減期} \times 15)$$

(1回目はほ場中の初期濃度を用いる)

第3段階

地表流出試験、ドリフトのほ場試験を行い、第2段階の手法に準じて算定。

4. 既登録剤においてモニタリング結果を用いて水濁P E Cを計算する場合

既登録剤については、別途定めるモニタリング結果で得られた農薬流出率に基づき算出した水濁P E C、または、農薬の登録申請に係る試験成績について（平成 12 年 11 月 24 日付け 12 農産第 8147 号農林水産省農産園芸局長通知）に定める河川における農薬濃度のモニタリング（2-11-5）に準じて別途定めるモニタリング法の結果を評価に用いることができるものとする。