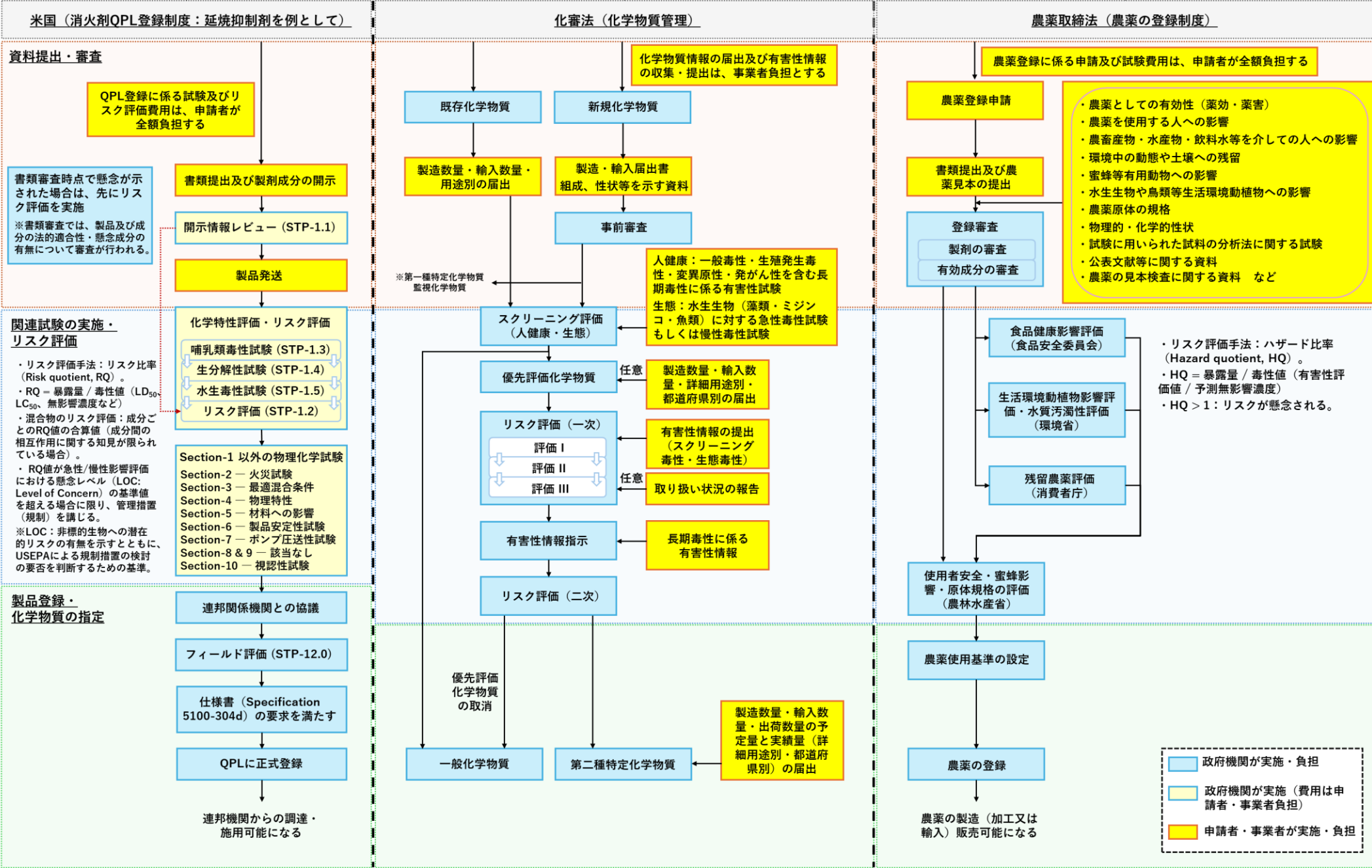


米国農務省森林局（USFS）の 消火薬剤のリスクアセスメント に関する調査（速報）について

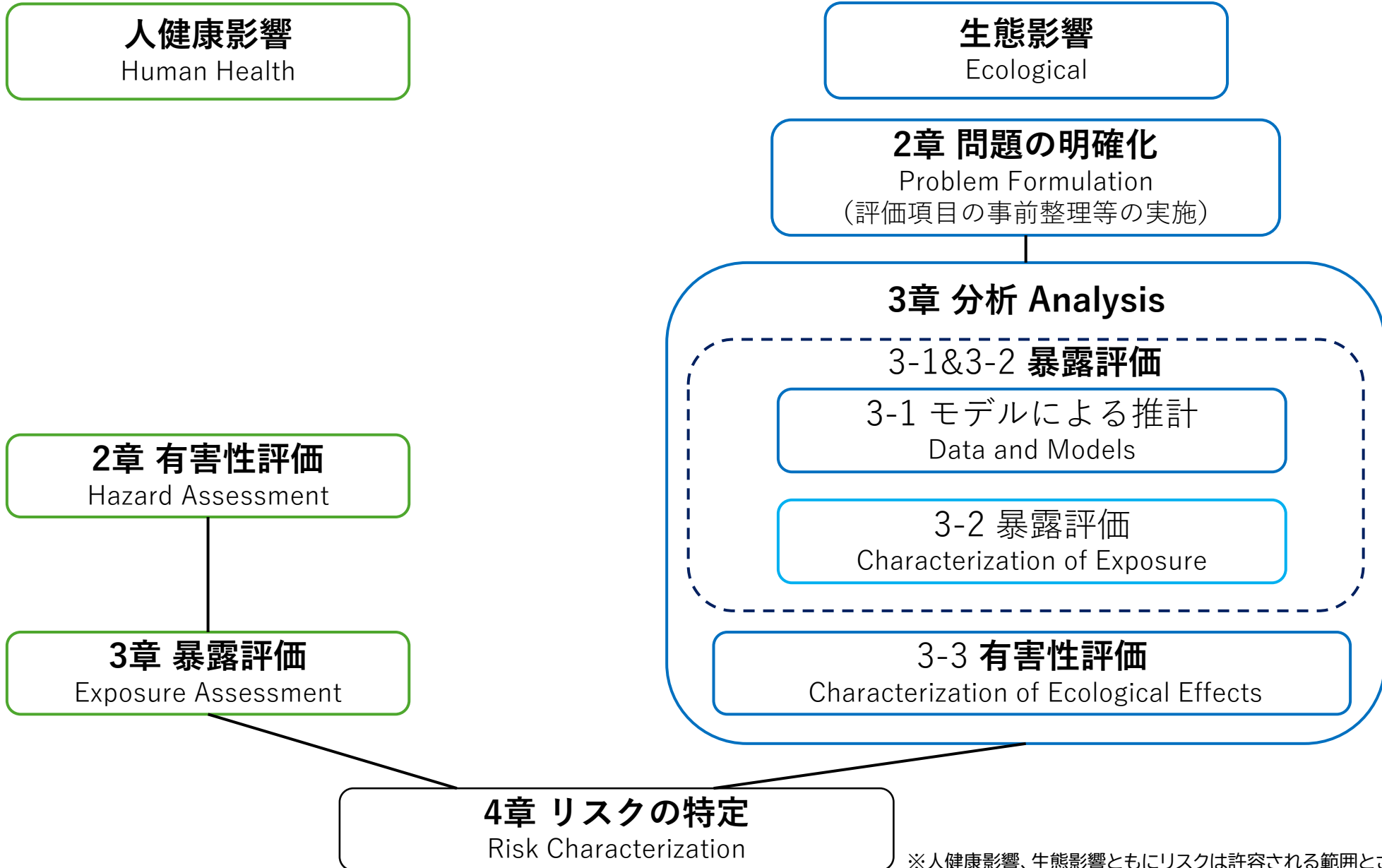
2026年6月15日

米国及び国内における既存の登録・審査・評価制度の比較

消火剤の製造（又は輸入）及び販売を行おうとする者（申請者又は事業者）



米国農務省森林局リスク評価書の構成



※人健康影響、生態影響ともにリスクは許容される範囲とされている。

人健康影響の リスクアセスメント

消火剤特有の箇所については下記色で示す。

- ・ 延焼抑制剤：青
- ・ 泡・浸潤剤：緑
- ・ ゲル剤：赤

人健康：有害性評価（第2章）

目的：リスク評価に用いる毒性値（RfD及びスロープファクター）を設定する

エンドポイント：非発がん性、発がん性影響

エンドポイント			算出方法
非発がん性影響	参照用量RfD (mg/kg/day)	人が生涯に渡り摂取しても、健康への有害な影響を生じないと考えられる一日当たりの摂取量	ヒトとの関連性が最も高い種及び試験、あるいは最も感受性の高い種から得られたNOAELを基に、ヒト集団内の個体差に対する不確実性係数(10)と動物からヒトへの外挿に対する不確実性係数(10)の積(100)で除して算出
発がん性影響	発がん性スロープ ファクター	1 mg/kg/dayの反復投与により腫瘍が形成される確率	用量特異的な腫瘍発生率データを用いて算出

参照用量（RfD）の算出方法

- 消火薬剤に含まれるほとんどの化学物質は、慢性RfDの算出に必要なデータが存在しないため、急性毒性試験データ（LD₅₀）から慢性NOAELを算出する下記式を用いて算出。（Layton, 1987）

$$\text{RfD (mg/kg/day)} = \text{LD}_{50} \text{ (mg/kg)} \times 0.001 \times 5/100$$

LD50から慢性NOAELを合理的に推定できる係数
(0.0005~0.001の範囲)

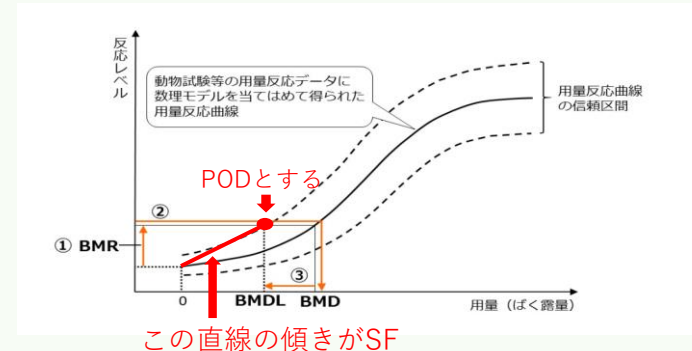
不確実係数

亜慢性毒性試験と慢性毒性試験
におけるNOAELを区別する係数

- 本リスク評価では、年間最大120日間暴露が発生する（航空消防隊員）と予測し、追加係数として使用。

スロープファクター（SF）の算出方法

- SFはEPA2005のガイドラインに基づき算出
- SF=動物試験や疫学研究から得られたPODと原点を結んだ直線の傾き



例) LED₀₁：1%リスクが過剰になる用量の95%下限値

※食品安全委員会用語集（リスク評価）ベンチマークドーズ法より一部改変（赤を追記）

※POD（Point of Departure）：データとして十分に根拠のある範囲でもっとも低い用量。日本ではNOAELやBMDLを使用することが多い。米国ではBMDLに近いLEDを使用。

※LED：リスクが過剰になる用量の95%下限値

人健康：評価対象成分及び有害性データ（第2章）

リスク評価対象成分（Components）の選定基準

消火薬剤のリスク評価に加え、以下の基準を1つ以上満たす原材料成分についてリスクの定量化を行う。

- 肥料塩成分の一つである
- 暴露経路において発がん性の疑いがある、または発がん性が確認されており、且つその暴露経路について発がん性スロープファクターが算出されている
- 実験動物における経口LD₅₀が500 mg/kg未満である
- SARA第313条にて報告義務のある有毒化学物質である

※SARA (Superfund Amendments and Reauthorization Act) 第313条：特定の事業所に対し、有害化学物質の排出量や移動量を毎年報告・公表する制度を定めた規定

※留意事項

- pH調整のための少量の強酸や、2種類以上の化学物質の反応により生成され、反応過程で消費されるゲル剤の主要成分など、最終的にはほとんど存在しない成分であっても、原材料成分としてリスク評価の対象となる。
- そのため、pH調整剤による化学熱傷や組織腐食に関するリスクや、最終的には存在しない物質の潜在的な発がん性などが評価含まれ、リスクが過大評価される可能性がある。
- 部分的又は完全に反応する成分についてリスク閾値を超える結果となった場合は、森林局は製造業者と連携し、最終的に存在する懸念化学物質の未反応量などのデータを使用して、関連するリスクの分析などを行う。

有害性データが不足する場合の対応

有害性データについてデータが不足する場合には下記のとおり対応する。

不足しているデータ	対応
長期慢性毒性試験データ	RfDは急性毒性試験データ及びLayton（1987）の手法により推定
経皮吸収率	無機化学物質については8時間あたり1%、有機化学物質は10%、配合製品は1%と仮定
各成分の毒性データ	データがない場合、その成分に関するリスク評価は未実施（付録Aに記載）
発がん性スロープファクター	データがない場合、発がんリスクの定量化は未実施（付録Aに記載）

人健康：暴露シナリオ（第3章）

影響を受ける集団と暴露シナリオ例

	職種	本リスク評価における仮定
消火薬剤を直接使用する労働者	航空消防基地隊員	男性平均体重：84.0 kg 女性平均体重：70.2 kg 年齢：30～40歳
	ヘリタック隊（ヘリコプター消防隊員）	
	スモークジャンパー（パラシュート消防隊員）	
	ホットショット隊（山火事精鋭消防隊員）	
	第2種消防隊員	
	消防車隊員	
	指揮官・管理官	
一般市民	建物の清掃作業員	成人平均体重：80 kg 子ども（6～11歳）平均体重：31.8 kg
	消火薬剤散布経路上にいる人	

職種の詳細：ホットショット隊員の例

ホットショット隊員		想定シナリオ
作業内容	初期消火活動後の第一に増援に向かう専門の消防士。大規模火災の鎮火、防火帯の構築・強化に従事する	
作業時の装備	ヘルメット、保護メガネ、耳栓、Nomex製消防服（シャツ及びズボン）、革製ブーツ、革製手袋、防火シェルター（緊急用）	
暴露経路	消火薬剤散布後の地域を歩くことにより、残留物に暴露	
	仮定	足の表面積の75%が散布後の地面に接触し、防護服の着用により暴露量は90%低減すると仮定した
勤務年数	7年間	
勤務日数（薬剤散布後の地面に接触する日数）	平均年間20日、最大40日	
シャワーと着替えにより化学物質が洗い流されるまでの時間	平均3時間、最大4時間	

暴露シナリオの設定

不確実性を考慮するため下記の2条件を設定

- 標準暴露 (Typical Exposure)：暴露に必要なすべての条件が満たされた場合に個人が受ける可能性のある平均的な暴露量。平均暴露期間、年間の標準的な就労日数、その他同様の仮定に基づく。
- 最大暴露 (Maximum Exposure)：暴露に必要なすべての条件が満たされた場合に個人が受ける可能性のある暴露量の最大量。最大暴露期間、年間最大就労日数、その他同様の仮定に基づく。

設定した曝露シナリオを用いて、暴露量（mg/kg/day）を推計する。

人健康：リスク評価値の推定（第4章）

非発がん性リスクの推定

- 非発がん性リスクは、推定暴露量を参照用量（RfD）で除して得られるハザード比（HQ）を用いて評価を実施。
なお、本リスク分析で使用したRfDはすべて複数回の暴露の可能性を考慮しており、有害影響を生じないと推定される一日当たりの摂取量を表す。

$$\text{HQ} = \text{推定暴露量 (mg/kg/day)} / \text{RfD (mg/kg/day)}$$

HQ ≤ 1 の場合、通常はヒトへの健康リスクは懸念されない

HQ > 1 の場合、健康リスクが懸念される可能性があり、リスク低減措置等が必要となる場合がある。なお、HQの解釈に当たっては以下の2点に留意する。

- HQが大きいほど、健康リスクの懸念は高くなる。
- RfDは毒性データの種類や質に応じて設定されており、必ずしも同じ毒性作用の重症度に基づくものではない。そのため、健康リスクの懸念はHQの増加に比例して高まるものではない。

- RfDは長期反復暴露を前提として設定されているため、単発的または年1回程度の低頻度の暴露ではリスクが過大評価される可能性がある。
- 労働者及び一般市民について、標準、最大及び事故時のシナリオでHQを算出。
- 複数の対象成分を含む製品では、EPA（2000）に基づきHQを加算して製品全体のHQを算出。

人健康：リスク評価値の推定（第4章）

発がんリスクの推定

- 従来は、発がん作用には閾値がないとの考え方に基づき、低用量域では線形外挿によるリスク評価が行われてきた。一方、近年では作用機序 (Mode of Action) やその他生物学的知見を考慮した評価手法が導入されている。
- 本評価では、EPA (2005) の発がんリスク評価のガイドラインに基づくスロープファクターを用いられた。
- EPA (2005) に基づき、生涯発がんリスクは平均暴露量、スロープファクター及び年間暴露頻度を考慮して算出。

$$\text{リスク} = \text{暴露量 (mg/kg/day)} \times \text{スロープファクター (mg/kg/day)} \times \text{発生率/寿命}$$

発生率：人の生涯における暴露の発生回数

平均寿命：75歳（男性労働者）、80歳（女性労働者）、78歳（一般市民、男女平均）

- 算出したリスクは、100万分の1という基準値と比較。

※100万分の1は、米国における自然発生がんリスク約39.5%に対して、一般に無視できるほど小さなリスクであるとして使用される数値である（NCI, 2020）。なお、職業暴露を対象とした一部のリスク評価では、 10×10^{-4} （1万分の1）が許容可能なリスク水準として採用される場合もある。

人健康：リスクの概要の例 & 不確実性（第4章）

- 2020年10月5日時点のQPLに収載されたゲル剤に関する健康リスク評価の概説を下表に例示

シナリオ	リスク
標準	すべての製品でHQは1以下、リスクは無視できる程度
最大	2種の製品（同一製品の着色版及び無着色版）にてHQが1を超え、Firelce561及びFirelce561CoolBlueFを混合する航空消防基地隊員（男女）にリスクが認められた。 ※森林局は大型多発エンジン航空消火機による水質改良剤の散布を認めていないが、このシナリオについては、当該使用を認めている機関への情報提供を目的として評価を実施した。
一般市民（成人及び子ども）	リスクは想定されなかった
事故	リスクは無視できる程度

2020年10月5日時点のQPL (<https://www.fs.fed.us/rm/fire/wfcs/index.htm>)

- リスク評価結果には、以下の4つの不確実性要因が挙げられている。

不確実性の要因	
推定RfD	亜慢性または慢性毒性試験に基づくものは信頼性が高い
経皮吸収率	ほとんどの場合データは入手できず、推定値を使用
暴露する化学物質質量	モニタリング調査である程度のレベルの特定は可能だが、消防活動では変動が大きく、有用性は限定的
暴露時間	森林局職員による推定： 現場において暴露時間が長期化かつ洗浄やシャワーの頻度が増加しない場合には、暴露量とリスクが増加し、HQが1を超える可能性がある。しかし、これまでの評価を踏まえると、暴露時間が増加した場合でも、リスクは懸念レベルを下回るものと考えられる。

消火薬剤は長年使用されてきたが、これまでに報告されている健康への悪影響は、皮膚及び眼への刺激並びに潜在的なアレルギー反応に限定されている。また、これら製品の使用が緊急時に使用されるものであることを踏まえ、より広範な試験を行う必要性は認められないとされた。

泡・浸潤剤 HQ値の結果

QPL	• FireFoam 103B • Phos-Chek WD881 • Pyrocap B-136 • Phos-Chek WD881C		• National Foam KnockDown • FlameOut • Angus Hi-Combat A • Buckeye Platinum Class A Foam		• Solberg Fire-Brake 3150A • First Response • Ansul Silv-Ex Plus Class A • 1% Bushmaster “A” Class Foam		• Phos-Chek WD881A • Fomtec Enviro Class A • Bio-Ex EcoPol-F • Phos-Chek WD881A	
対象	標準シナリオ				最大シナリオ			
	男性	女性			男性	女性		
航空消防基地隊員	0	0			0	0		
ヘリタック隊員	0	0			0	0		
スモークジャンパー	0	0			0	0		
ホットショット隊員	0	0			0	0		
第2種消防隊員	0	0			0	0		
指揮官・管理官	0	0			0	0		
一般市民（清掃員）	0	0						
事故時								
	作業員	作業員			一般市民（成人）	一般市民（成人）		
	0	0			0	0		

■ 泡・浸潤剤について、HQ>1となるシナリオはなかった（2023年6月時点）。

■ 評価結果

0 HQ > 1 なし

¹ HQ (Hazard Quotient)：暴露量を毒性値（RfD）で除して算出されるリスク評価指標。HQが1以下の場合健康リスクは通常懸念されない。一方、HQ値が1を超える場合は健康リスクが懸念される可能性があり、追加評価やリスク管理の検討が必要となる。

² QPL (Qualified Products List)：国家技術開発プログラム（NTDP）に基づき、林野火災用消火薬剤システム（WFCS）の評価を経て認定された製品の一覧。

ゲル剤 HQ値の結果

QPL	• Barricade II • BioCentral Blazetamer 380 • Firelce 561 • Firelce 561 Cool Blue-F • Firelce HVB-Fx • Firewall II • Phos-Chek Insul-8 • Thermo-Gel 200L • Thermo-Gel 200L Blue Mixed Product • Thermo-Gel 500P			
対象	標準シナリオ		最大シナリオ	
	男性	女性	男性	女性
航空消防基地隊員	0	0	2	2
ヘリタック隊員	0	0	0	0
スモークジャンパー	0	0	0	0
ホットショット隊員	0	0	0	0
第2種消防隊員	0	0	0	0
指揮官・管理官	0	0	0	0
一般市民（清掃員）	0	0		
事故時				
	作業員	作業員	一般市民（成人）	一般市民（成人）
	0	0	0	0

■ 評価結果

0

HQ > 1 なし

2

2つの剤（Firelce 561及びFirelce 561 Cool Blue-F）でHQ が1 を超過。
ただし、森林局では、本剤の本シナリオで想定している使用方法を認めていない。

¹ HQ (Hazard Quotient)：暴露量を毒性値（RfD）で除して算出されるリスク評価指標。HQが1 以下の場合は健康リスクは通常懸念されない。一方、HQ値が1を超える場合は健康リスクが懸念される可能性があり、追加評価やリスク管理の検討が必要となる。

² QPL（Qualified Products List）：国家技術開発プログラム（NTDP）に基づき、林野火災用消火薬剤システム（WFCS）の評価を経て認定された製品の一覧。

延焼抑制剤 HQ値の結果

QPL	• Phos-Chek MVP-Fx • Phos-Chek MVP-F • Phos-Chek 259-Fx • Phos-Chek LC-95A-R		• Phos-Chek LC-95A-Fx • Phos-Chek LC-95A-F • Phos-Chek LCE20-Fx • Phos-Chek LC-95-W (Phos-Chek GS 23 RR)		• Phos-Chek LC-95-W • Phos-Chek LC-95A-Fx • Phos-Chek Fortify • Phos-Chek LCE20W		• Komodo • Flame Security International FIRECOAT DEFEND	
対象	標準シナリオ				最大シナリオ			
	男性		女性		男性		女性	
航空消防基地隊員	0		0		0		0	
ヘリタック隊員	0		0		0		0	
スモークジャンパー	0		0		0		0	
ホットショット隊員	0		0		0		0	
第2種消防隊員	0		0		0		0	
指揮官・管理官	0		0		0		0	
一般市民（清掃員）	0		0					
事故時								
	作業員		作業員		一般市民（成人）		一般市民（成人）	
	0		0		0		0	

■ 延焼抑制剤について、HQ>1となるシナリオはなかった（2025年12月時点）。

■ 評価結果

0

HQ > 1 なし

¹ HQ (Hazard Quotient)：暴露量を毒性値（RfD）で除して算出されるリスク評価指標。HQが1以下の場合健康リスクは通常懸念されない。一方、HQ値が1を超える場合は健康リスクが懸念される可能性があり、追加評価やリスク管理の検討が必要となる。

² QPL（Qualified Products List）：国家技術開発プログラム（NTDP）に基づき、林野火災用消火薬剤システム（WFCS）の評価を経て認定された製品の一覧。

生態影響の リスクアセスメント

消火剤特有の箇所については下記色で示す。

- ・ 延焼抑制剤：青
- ・ 泡・浸潤剤：緑
- ・ ゲル剤：赤

生態影響：評価対象及びストレス因子等の特定 (第2章)

ストレス因子 (Stressors)の特定

- 特定したストレス因子について、製品全体としてのリスクと、個別成分に由来するリスクの双方を評価する。
- 散布量 (Application rate)の設定：
 - 散布量の決定：植生タイプあるいは燃料の種類により設定（エコリージョン: ecoregion）。
 - 散布量の想定：Bailey (1995)のエコリージョン区分に応じて、1～6 gpc（ガロン／100平方フィート）を設定

長期影響の評価

- 対象成分：一部の延焼抑制剤に含まれるアンモニウム塩。
- 対象水域：特定の水域環境（池や止水域など）。
 - 理由：閉鎖性水域では、持続的な暴露が生じやすいため。
- 運用上のリスク管理方針：水域への消火剤散布の散布を回避又は最小化。

設定した散布量及びストレス因子を基に、暴露量（PEC）が推定される。

生態影響：有害性評価（延焼抑制剤）（第2章）

延焼抑制剤製品の有効成分に関する既存急性毒性情報の整理（例）

評価対象	指標・単位	リン酸一アンモニウム	リン酸二アンモニウム	ポリリン酸アンモニウム	硫酸アンモニウム	塩化マグネシウム
		$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	$(\text{NH}_4\text{PO}_3)_n$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	MgCl_2
鳥類・哺乳類	LD_{50} (mg/kg)	5,750	6,500	3,000	3,000	2,500-8,100
水生生物	LC_{50} (mg/L)	100	100-155	100	126-292	22.8-1,970

- スクリーニング結果：上記の評価結果では、延焼抑制剤の有効成分はいずれも US EPAの急性毒性スクリーニング基準（ $\text{LD}_{50} < 500 \text{ mg/kg}$; $\text{LC}_{50} < 10 \text{ mg/L}$ ）には該当しなかった。
- 原則的な取扱い：スクリーニング基準に該当する有効成分が認められない場合は、原則として個別成分の解析対象外とされる。
- 例外処理の必要性：アンモニウム系化合物は、水環境中の pH 条件により毒性が大きく変動する特性を持つ。
- 保守的評価に基づく方針：保守的なリスク評価を行う観点から、全てのアンモニウム系有効成分について、例外的に個別の詳細評価を実施する。

生態影響：有害性評価（延焼抑制剤）（第2章）

アンモニアの亜致死影響・長期毒性（文献調査結果より）

➤ 予測環境濃度の算出

- 地表流出シナリオに基づき、アンモニウム系延焼抑制剤由来のアンモニア性窒素（ $[\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+]\text{-N}$ ）の河川内最大濃度（PEC; mg/L）を推定した。
- 保守的仮定として、水環境中の pH が十分に高く、全て非イオン型アンモニア（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）として存在すると仮定した。

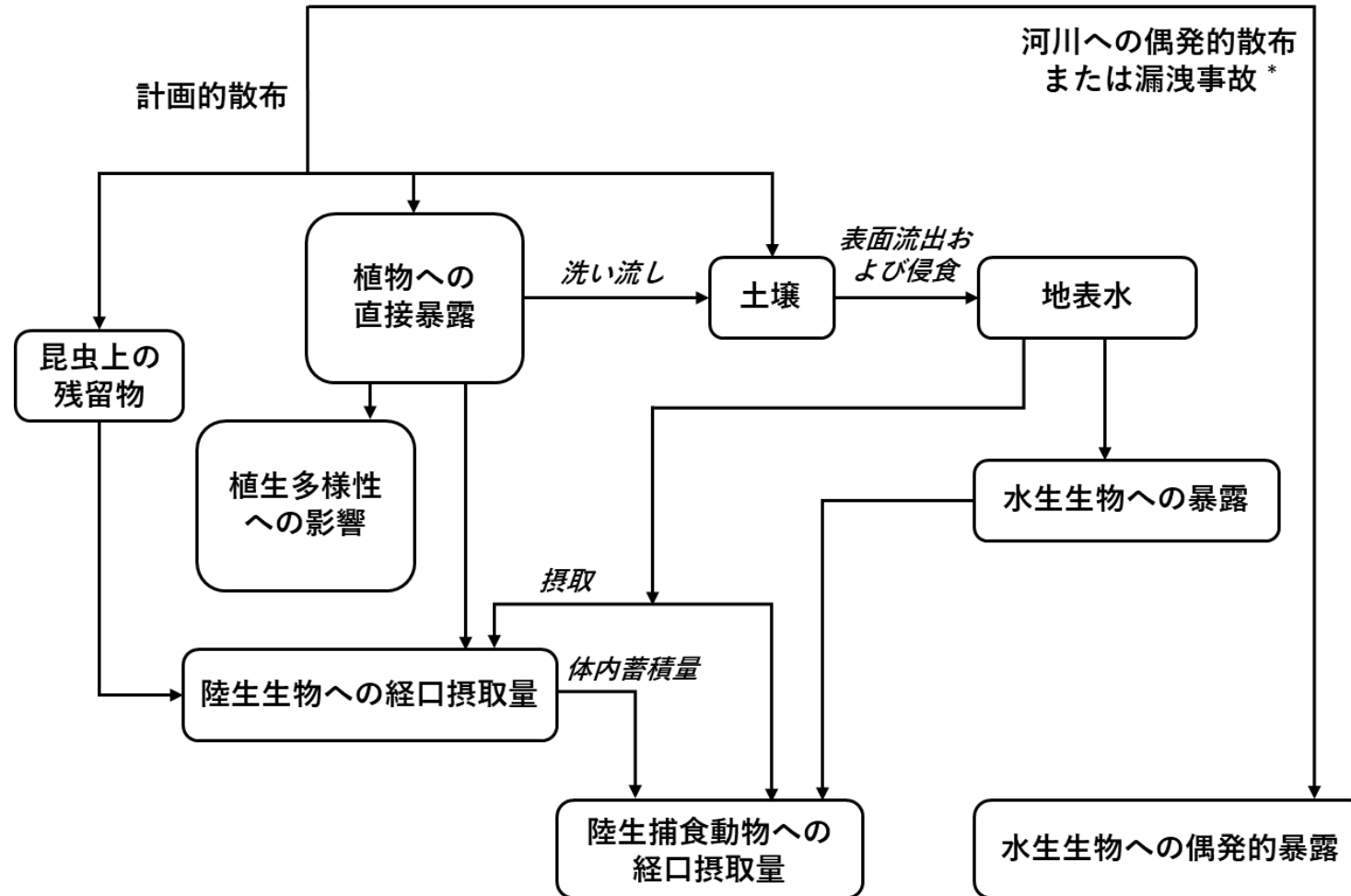
➤ 既存試験結果の整理（US EPA, 1999; LEI, 2009）

- pH 依存的な毒性： NH_3 は NH_4^+ より高毒性を示す。
→ pH が高い条件では、 NH_3 の割合 ↑、毒性 ↑。
- 生物群別の急性毒性及び短期亜致死影響の比較
→ 魚類及び二枚貝：非常に高い毒性（0.03 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ ）。
→ 水生無脊椎動物（貝類を除く）及び両生類幼生：高い毒性（LOEC = 0.07 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ ）。
- 生物群別の感受性
→ 魚類：最も感受性が高い（96h LC_{50} = 0.030～0.146 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ at pH 6.4）。
→ 二枚貝：短期亜致死影響（96h EC_{50} = 0.030 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ ）及び長期影響（60 日間の暴露における生存率・繁殖率への影響：LOEC = 0.046 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ 、NOEC = 0.011 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ ）で最も感受性が高い。

LC_{50} ：半数致死濃度； EC_{50} ：半数影響濃度；LOEC：最小影響（観察）濃度；
NOEC：無影響（観察）濃度； $\text{NH}_3\text{-N}$ ：非解離アンモニア態窒素

生態影響：暴露経路のフロー（第2章）

消火剤（延焼抑制剤、泡・浸潤剤、ゲル剤） — 概念モデル



* 河川への適用（Application to stream）シナリオには、偶発的散布だけでなく、米国農務省のガイドライン（Interagency Policy for Aerial and Ground Delivery of Wildland Fire Chemicals Near Waterways and Other Avoidance Areas）第 12 章の例外規定を適用する場合も含まれる（通称 Red Book; USFS/DOI, 2021）。

生態影響：暴露評価モデル(GLEAMS)の概要（第3章）

環境流出モデル：GLEAMS

- 森林局の評価では、森林域への適用性を改良したGLEAMS Version 3.0 を使用 (Knisel and Davis, 2000)。
- GLEAMS モデルは、農薬や栄養塩類の浸透・移行（根圏域での移動）に及ぼす影響を評価するために開発された数理モデルであり (Leonard et al. 1987, 1988)、各種農業・土地管理条件下での挙動を解析可能。

GLEAMSを構成する4つのサブモデル

① 水文学 (Hydrology)

- ・ 土壌特性（間隙率、保水性、有機物含有量）
→ 土壌層の構成：根圏域の土壌を最大 12 層のレイヤーに細分化してシミュレーション。
- ・ 連続水収支計算シミュレーション期間中の浸透（percolation）、蒸発（evaporation）、蒸散（transpiration）を連続的に計算。
- ・ 化学物質の動態：化学物質自体の蒸発は考慮しないが、水の蒸発に伴う化学物質の上方移動は間接的に反映。

② 土壌侵食 (Erosion)

- ・ 土性：砂、シルト、粘土の種類に応じた侵食プロセスを計算。
- ・ 有機物の不均等分布：有機物が粒径区分間で不均等に分布する物理特性を反映。
→ 表層土壌に比べて侵食土壌中の化学物質濃度が高くなる現象を、濃縮比（enrichment ratio）として算出。

③ 栄養塩類の挙動 (Nutrients)

- ・ 一部の延焼抑制剤にはアンモニアが含まれるため、肥料施用・家畜排泄物・耕作管理などに起因する窒素・リンの環境中挙動を推計。
- ・ 外部からの栄養塩類の追加投入がない条件下では、窒素・リンの濃度は時間経過とともに安定すると仮定。
- ・ 泡・浸潤剤、ゲル剤には窒素・リン化合物が含まれないため、栄養塩類の挙動予測は対象外。

④ 農薬の移行 (Pesticides)

- ・ GLEAMSモデルは、以下の経路における化学物質の移動を日単位で計算する。
→ 土壌への直接沈着量 / 植生による遮断量 / 降雨による流出量
- ・ 消火剤への応用妥当性：消火剤は農薬ではないが、散布量及び散布区域が明確な場合は、化学物質としての挙動を適切にシミュレート可能である。
- ・ 環境中での分解：分解過程が仮定される場合は、植生表面、土壌表面及び各土壌層ごとに異なる分解速度を設定し、動的に減衰を計算する。
- ・ 分配の平衡仮定：溶存相と吸着相の間に線形関係が成り立つと仮定し、有機炭素分配係数（Koc）及び土壌有機物量に依存して分配する。
- ・ 地下水への潜在負荷：各土壌層を浸透・通過した化学物質は、不飽和帯（vadose zone）及び地下水への潜在的負荷として積算する。

生態影響：GLEAMSモデルの設定（第3章 3-1）

消火剤のリスク評価におけるGLEAMS設定条件

➤ GLEAMSモデルの使用目的

- 消火剤散布後の化学物質の土壌中挙動及び表面流出量を推定し、予測環境濃度（PEC）の算出に用いるため。

➤ GLEAMSモデルの対象外

- 延焼抑制剤及び泡・浸潤剤の地下水への移動経路。
→ 根圏より深部への浸透による地下水汚染の可能性は低い（USFS, 1995）。

➤ 土壌・散布条件の設定

- Bailey (1995)のエコリージョン区分ごとに代表的な土壌特性を設定（Bailey, 1995）。

➤ 降雨・気象及び植生条件の設定

- 降雨・気温データはCLIGEN ※（Climate generator）を用いて、3 年分の日降雨量データ、及び月平均の最高・最低気温を生成。
- シミュレーション条件：消火剤散布後 3 年間のシミュレーションを実施し、年ごとの流出量及び流出頻度を評価。
- 極端な気象イベント（ワーストケース）：散布翌日に 5 年確率・24 時間降雨イベントを追加し、表面水中濃度の上限値を推定。
- 植生被覆条件：土壌侵食計算における植生被覆係数（vegetative cover factor, C因子）は、良好な植生被覆（C = 0.004）を想定。

※ CLIGEN：米国過去の観測統計に基づき気象パターンをランダム生成する確率論的モデル。

降雨強度の詳細算出が可能で、土壌侵食・流出シミュレーションに広く適用される。

生態影響：国内モデルとの比較整理

(参考)

モデル名 (略称)	GLEAMS (USFS)	水産PECモデル (日本)
モデル名 (全名)	Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems	水産動植物に対する毒性影響を評価する環境中予測濃度 (水産PEC)
作成機関	米国農務省農業研究局	環境省 (農薬登録制度における運用)
位置付け	- 米国農務省森林局の生態影響評価に用いられ、土壌吸着量及び表面流出量の推定に用いられる。 - 森林域への適用性を改良したGLEAMS ver. 3.0が使用される。	- 水質汚濁による人畜への慢性毒性影響を評価する水濁PECを準拠し、水濁PECの算定に用いられている環境モデル及び標準的シナリオを踏襲して算定。 - 水田・非水田における農薬の施用に伴い、公共用水域への流入を考慮した環境中予測濃度を算定。
パラメータ	- 降雨・気象及び植生条件 - 水文条件 (地形、土壌特性等) - 土壌侵食 (土性、有機物の不均一分布) - 栄養塩類の挙動 (窒素、リン) - 農薬の移行 (土壌への直接沈着量、植生による遮断量、降雨による流出量)	- 農耕地条件 (水田・非水田) - 降雨及び施用条件 (降雨回数・間隔、施用法等) - 水文条件 (散布面積、河川流量等) - 農薬の移行 (降雨による流出率、寄与率及びドリフト率、施用法別による農薬流出補正係数)
エコリージョン (または植生自然度区分 ¹⁾)	- 散布量の決定：エコリージョンごとの植生タイプに応じて1～6 gpc を設定。 - 根圏域土壌特性の設定：表面流出濃度推定用パラメータ (土壌分類、水理勾配、根圏の深さ、飽和透水係数等)。	- エコリージョン区分はない。 - 植生調査 (環境省 自然環境局)：植生群落の自然性に基づいて植生自然度が 10 ランクに区分されている。 - 国内での植生概況の変遷を把握するものであり、散布条件や表面流出濃度の推定には直接関連しない。
メリット	米国農務省森林局の生態影響評価書に掲載されているパラメータは、継続的に使用可能。	- 国内では、農薬取締法における登録審査、環境モニタリングや定期的な基準見直しに適用されている。 - 第 1 段階 (ワーストケース) を用いて簡易な環境中流出した濃度の予測が可能。
課題・デメリット	農業研究局のウェブサイトからは、GLEAMS 3.0 のファイルが取得できない状況にある。	本モデルにおける非水田専用 (第 1 段階) のシミュレーション条件であり、森林域への適用性を検討すべき。

¹ 環境省 自然環境局 生物多様性センター、植生調査(植生自然度調査)、https://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html、(参照 2026-05-28)

生態影響：特殊な暴露シナリオ（第3章 3-1）

通常の地表流出評価等に加え、特殊な暴露シナリオについても別途評価を実施。

漏洩事故及び偶発的な水域横断散布シナリオ

- 評価の目的（漏洩事故）
 - ・ 輸送中の偶発的な漏洩事故（ポイントソース）を想定し、事故発生 1 時間後の河川中平均濃度を推定した。
- 漏洩した消火剤が短時間で河川へ流入する一時的流出を仮定：

消火剤種類別	乾燥（粉末状）濃縮物	原液	希釈後混合液
延焼抑制剤	2,000 ポンド（約 907 kg）入りバルクバッグ×3 袋 → 合計 6,000 ポンド（約 2,720 kg）	2,000 ガロンタンク（約 7,570 L）× 1 基 → 合計 2,000 ポンド（約 7,570 L）	
泡・浸潤剤	—	5 ガロンタンク（約 19 L）× 1 基 → 合計 5 ガロン（約 19 L）	50 ガロンタンク（約 189 L）× 1 基 → 合計 50 ガロン（約 189 L）
ゲル剤	24 ポンド（約 11 kg）入りペール缶 × 1 缶 → 合計 24 ポンド（約 11 kg）		

- 評価対象となる水域条件
 - ・ 前述の「小規模流域河川」及び「大規模流域河川」を適用。
- （追加）偶発的な水域横断散布シナリオ
 - ・ 航空機による河川への水域横断散布(Overspray) を評価する。
 - 評価対象水域における散布量：1 / 2 / 3 / 4 / 6 gpc（ガロン/100 平方フィート）

生態影響：評価対象生物種（第3章 3-2）

評価対象

- 想定される生態影響
 - 陸生生物及び水生生物への直接毒性（接触・暴露影響）
 - 植物毒性
 - 植生多様性への影響
- 生物蓄積性・生物濃縮性
 - 生物蓄積性：単純な捕食者－被食者シナリオを用いて二次暴露を評価する。
 - 生物濃縮性：長期的な陸域食物網における生物濃縮は評価対象外（持続的な暴露が生じにくいため）。

※評価対象外とされた影響

- 陸域における長期的又は持続的な暴露
（理由） 消火剤の散布範囲が局所的である。
野生動物の採餌域・生息域が広い。
製品成分の多くが実際の環境中では分解・減衰する。

評価対象生物（詳細）

- 非感受性生物種（Non-sensitive species）
 - 陸生生物：哺乳類、鳥類、両生類
 - 水生生物：魚類、水生無脊椎動物、両生類水生成長段階
 - 個体群レベルでの保全を目的として評価する。
- 脆弱性・感受性の高い種（Sensitive species）
 - 絶滅危惧種など、特に保全上重要な種を対象とする。
 - より保守的なリスク判定基準を設定し、個体への影響の有無を評価する。

生態影響：暴露シナリオ（陸生生物）

（第3章 3-2）

消火活動終了後に野生動物が散布区域へ再進入し、消火剤残留物に暴露すると仮定した。

陸生生物

➤ 暴露シナリオの基本方針

- ・ 消火活動の収束後に野生動物が散布区域へ再進出し、消火剤残留物に暴露する可能性があるとして仮定。
- ・ 主な暴露経路としては、汚染された餌及び水の摂取を想定。

➤ 汚染された餌の摂取（経口暴露）

- ・ 汚染された植物、果実、種子、昆虫及び被食生物の摂取を想定。

➤ 飲水（水生生物からの移行含む）

- ・ GLEAMSで推定した小規模流域河川の濃度を用いて評価。

➤ 評価対象種

- ・ 哺乳類：主要な食性（草食・肉食・雑食等）を代表する種を選定

大型草食動物：シカ科オジロジカ属（*Odocoileus* spp.）

肉食動物：コヨーテ（*Canis latrans*）

雑食性・被食種：シカマウス（*Peromyscus maniculatus*）

小型草食動物：ウサギ科ワタオウサギ属（*Sylvilagus* spp.）

反芻動物：ウシ（*Bos taurus*）



*Odocoileus virginianus*¹



*Canis latrans*²



*Peromyscus maniculatus*³



*Sylvilagus floridanus*⁴



*Bos taurus*⁵

1. *Odocoileus virginianus* (White-tailed deer, Photo by Tom Koerner/USFWS, Public Domain, <https://www.fws.gov/media/white-tailed-deer-41>)

2. *Canis latrans* (Coyote, Photo by Tom Olejniczak, © 2024 Tom Olejniczak. All Rights Reserved. Used by Permission, <https://www.fws.gov/media/coyote-walks-through-grassland-san-luis-refuge>)

3. *Peromyscus maniculatus* (Deer Mouse, Photo by Mike Budd/USFWS, Public Domain, <https://www.fws.gov/media/deer-mouse>)

4. *Sylvilagus floridanus* (Eastern cottontail, Photo by Eileen Hornbaker/USFWS, Public Domain, <https://www.fws.gov/media/eastern-cottontail-3>)

5. *Bos taurus* (Dutch Friesian, © Dr. Giuseppe Mazza. All Rights Reserved, <https://www.monaconatureencyclopedia.com/bos-taurus/?lang=en>)

生態影響：暴露経路（陸生生物）（つづき）

（第3章 3-2）

陸生生物（つづき）

- 鳥類：多様な食性を代表する種として選定
 - 猛禽類：アメリカチヨウゲンボウ (*Falco sparverius*)
 - 鳴禽類：ハゴロモガラス (*Agelaius phoeniceus*)
 - 地上営巣性鳥類：コリンウズラ (*Colinus virginianus*)



*Falco sparverius*¹

➤ 対象生物の選定理由

- 分類群、体サイズ、生息環境及び食性を代表する種を選定。

➤ 選定条件

- 摂取量の推定に必要な生態学パラメータ（体重、摂餌量、食性構成、行動圏・採餌範囲）の入手可能性。

➤ 評価対象外の生物種

- 爬虫類・陸生両生類：利用可能な毒性データが得られないため、定量的なリスク評価は実施しない。

➤ 暴露評価における前提条件

- 食餌経路（dietary exposure）の重視：毒性データの利用可能性を考慮し、経口（食餌）暴露を主要な暴露経路として評価（US EPA, 2004）。
- 残留量の推定：餌中の残留量はフィールド試験データに基づき推定（Hoerger and Kenaga, 1972; Fletcher et al., 1994）。



*Agelaius phoeniceus*²



*Colinus virginianus*³

1. *Falco sparverius* (American Kestrel, Photo by Kathy Bolam/USFWS, Public Domain, <https://www.fws.gov/media/kootenai-nwr-kestrel-0>)

2. *Canis latrans* (Red-winged Blackbird, Photo by Nick Sarwas, © 2025 Nick Sarwas. All Rights Reserved. Used by Permission, <https://www.fws.gov/media/red-winged-blackbird-flight>)

3. *Colinus virginianus* (Northern Bobwhite / Quail, Photo by Beverly Meekins, © 2022 Beverly Meekins. All Rights Reserved. Used by Permission, <https://www.fws.gov/media/cool-covey-quail>)

生態影響：暴露量の算出（陸生生物）（第3章 3-2）

陸生生物（鳥類・哺乳類）

- 捕食者における暴露の仮定
 - 保守的な仮定として、被食生物体内に残留・蓄積した化学物質の全量（total body burden）を摂取すると仮定。
 - 被食生物が水生生物の場合、GLEAMSで推定した小規模流域河川中のPECと生物濃縮係数から体内残留量を推定。
- 陸生生物における暴露量の算出方法
 - 各餌項目（陸生・水生生物）からの暴露量を個別に算出し、それらを合算することにより、総暴露量を算出。

$$\text{食餌由来の暴露量算定式：DOSE} = \frac{FRAC \times DIET \times TA \times RATE \times \sum_{i=1}^n (RES_i \times INT_i)}{BW}$$

食餌由来暴露量に、GLEAMSで推定した小規模河川からの飲水暴露量を加算し、最終暴露量を算出

生態影響：暴露経路と評価対象種（水生生物）（第3章 3-2）

水生生物

- 暴露シナリオの基本方針
 - 水域環境に生息する生物への影響を予測（環境濃度はGLEAMSで推定）。
- 主な暴露経路：汚染された水との直接接触（えら・体表・体内への取り込み）を想定
 - 表面流出：散布区域から小規模流域及び大規模流域河川への流入。
 - 偶発的散布：航空散布時の水域横断に伴う偶発的散布。
 - 漏洩事故：航空又は地上輸送中の河川への漏洩事故による河川への流入。
- 評価対象種
 - 冷水魚：ニジマス（*Oncorhynchus mykiss*）
 - 水生無脊椎動物：ミジンコ（*Daphnia spp.*）
 - 両生類水生成長段階：カエルまたはヒキガエル（toad）、既存の毒性データ状況に応じて、代表種を選定。



*Oncorhynchus mykiss*¹



*Daphnia magna*²



*Xenopus laevis*³

1. *Oncorhynchus mykiss* (Steelhead, Photo by Ryan Hagerty/USFWS, Public Domain, <https://www.fws.gov/media/steelhead-0>)

2. *Daphnia magna* (Water flea, Provided by Osaka University, © 2024. All Rights Reserved. Used by Permission, <https://sj.jst.go.jp/news/202406/n0628-03k.html>)

3. *Xenopus laevis* (African Clawed Frog, Photo by California Department of Fish and Wildlife from Sacramento, CA, USA, Public Domain, <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=67>)

生態影響：植物毒性及び植生多様性の評価（第3章 3-2）

植物毒性（Phytotoxicity）

- 評価対象：延焼抑制剤に含まれる成分が陸生植物に及ぼす影響。
- 散布シナリオ：陸生生物の暴露評価と同一の散布シナリオを適用。
- 評価アプローチ（データ量に応じた対応）：利用可能なデータが十分な場合は定量評価、限定的な場合は定性評価。

植生多様性（Vegetation diversity）

- 評価方針：消火剤の散布による植物群落の構成及び多様性への影響を定性的に評価。
- 最重要ポイント：外来種の侵入・定着を助長し、在来植生への影響を及ぼす可能性を重視。
- 総合評価：植生の組成変化及び多様性への影響を総合的に評価。

※ 泡・浸潤剤及びゲル剤については、利用可能なデータが不足しているため、植物毒性及び植生多様性の評価は実施していない。

生態影響：有害性評価の方法（陸生・水生生物）（第3章 3-3）

有害性評価

- 有害性評価：野生生物（陸生・水生生物）への毒性影響は、以下の2段階の手順で判定
 - ・ 段階①：代表的な評価対象種の選定
各生物群の生態学的特性および暴露特性を考慮し、評価対象地域における代表種を選定
 - ・ 段階②：高毒性懸念成分のスクリーニング
各消火剤製品の構成成分から、野生生物に対して高い毒性を示す潜在的リスクのある成分をスクリーニング

個別成分の毒性評価（スクリーニング）

- 成分別スクリーニング評価の目的
 - ・ 下記閾値に基づき、構成成分を個別に精査し、陸生・水生生物に対する毒性を評価。
- スクリーニングの閾値（USEPA, 2012）
 - ・ 陸生生物（急性経口）： $LD_{50} < 500 \text{ mg/kg bw}$ （※bw=body weight）
 - ・ 水生生物（急性毒性）： $LC_{50} < 10 \text{ mg/L}$
 - ・ アンモニウム系有効成分：毒性閾値に関わらず延焼抑制剤としての特性を考慮し評価対象に追加。
- 毒性データの採用・代用方針
 - ・ ワーストケースの採用：ライフステージを問わず最も感受性が高い毒性データを適用。
 - ・ 同生物群からの外挿：特定種の毒性データが得られない場合は、同一分類群（他の哺乳類等）の毒性値を使用。
（例：コヨーテの代わりに他の哺乳類の LD_{50} を使用）
 - ・ 他生物群からの外挿（保守的対応）：鳥類などのデータが得られない場合、哺乳類の毒性値を外挿し、不確実性を許容しつつ評価。

生態影響：リスク評価値の導出（第4章）

- リスク判定は、生態リスク評価プロセスの最終段階である。暴露評価と有害性評価（毒性評価）を非アックすることにより、生態リスクを推定する。

- リスク判定手法

- リスク比率（Risk Quotient, RQ）の導入：US EPA農薬プログラム室が採用しているリスク比率手法（RQ）に基づき（US EPA, 2012）、リスクを判定。
- RQの算出定義：

$$\text{RQ} = \text{暴露量} / \text{有害性（毒性）}$$

暴露量：推定摂取量（mg/kg）または水中濃度（mg/L）

有害性（毒性）：LD₅₀ または LC₅₀

- 有害性（毒性）データの適用

- シナリオ別評価：暴露シナリオに応じて、製品（濃縮物または原液）及び成分別の毒性データを使い分けてリスク評価を実施する。
- 陸生生物の評価：成分別RQの合算値に加え、製品（濃縮物または原液）としてのRQ評価も併せて実施する。
- 水生生物の評価：水生生物については、環境中での挙動（移行、溶解、懸濁など）が成分ごとに大きく異なるため、製品一括での暴露濃度の推定は困難である。このため、製品としての評価は行わず、成分別RQの合算値のみで評価を行う。

生態影響：リスク評価値（第4章）

- 有害性（急性毒性）評価における懸念レベル（LOC: Level of Concern）（US EPA, 2012）

感受性	RQ（Risk Quotient）	
	陸生生物	水生生物
非感受性	0.5 （暴露量がLD ₅₀ の1/2に相当）	0.5 （暴露量がLC ₅₀ の1/2に相当）
高い感受性 （絶滅危惧種など）	0.1 （暴露量がLD ₅₀ の1/10に相当）	0.05 （暴露量がLD ₅₀ の1/20に相当）

- 製品単位（濃縮物または原液）のリスク評価手法

- 成分別リスクの加算：各成分のRQを加算し、製品全体のリスクを評価する。
- 相加性に基づくRQ算出：US EPA 「Guidelines for the Health Risk Assessment of Chemical Mixtures」に従い（US EPA, 1986）、各成分のRQを合算して製品全体の加算的RQを算出。
 - 加算的RQの具体例：2成分の陸生生物 RQ が 0.005 と 0.001 の場合、加算的 RQ = 0.006
 - リスクの適否判定：加算的RQが基準値（0.5 もしくは0.1）以下である場合、リスクなしと判断。

- リスク判定の解釈

- 非感受性種への影響：暴露濃度が毒性閾値に近接または一部で超過する可能性を示唆。
- 感受性の高い種への影響：個体レベルで急性毒性影響（致死を含む）が生じる可能性を示唆。

生態影響：リスク評価に用いる有害性データ（第4章）

消火剤	延焼抑制剤			泡・浸潤剤			ゲル剤		
散布条件	標準散布 (表面流出 ¹)	偶発的散布	漏洩事故 ²	標準散布 (表面流出 ¹)	偶発的散布	漏洩事故 ²	標準散布 (表面流出 ¹)	偶発的散布	漏洩事故 ²
急性リスク (陸生生物)	○○△	-	-	○○△	-	-	○○△	-	-
急性リスク (水生生物)	○○	○○△	△▽	○○	○○△	△▽	○○	○△	△▽
亜致死・ 長期影響 (水生生物)	◇ (アンモニウム)	-	-	-	-	-	-	-	-
植物毒性 (陸生植物)	◇	-	-	利用可能な データなし	-	-	関連情報は確認 されず	-	-
植生多様性	◇	-	-	利用可能な データなし	-	-	関連情報は確認 されず	-	-

○：成分別
◎：成分別リスクの合算値
△：製品（濃縮物または原液）
▽：希釈後混合液
◇：既存文献

※ 成分 (Ingredient)：Each single chemical used by the manufacturer in the formulation of the product.
製品 (Product)：A wet or dry concentrate.
希釈後混合液 (Mixed product)：The combination of a wet or dry concentrate and water at the qualified mix ratio for use in fire management activities.

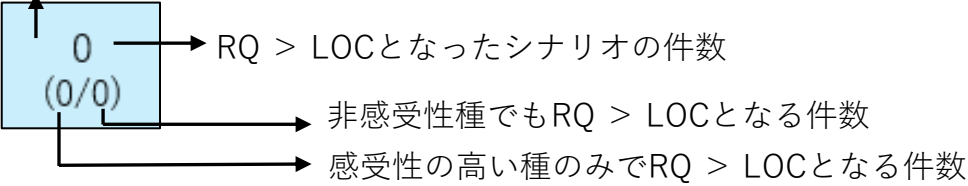
¹ 標準散布：陸生生物については、成分ごとの毒性評価に加えて、製品（濃縮物または原液）全体のリスク評価も併せて実施、水生生物については環境中での挙動が成分ごとに大きく異なり、製品（濃縮物または原液）一括での濃度推定が困難であることから、製品全体での評価は行わず、成分別リスク評価のみを実施する。

² 漏洩事故において、製品（濃縮物または原液）や希釈後混合液などの条件が含まれる。

泡浸潤剤：陸生生物におけるRQ値とLOCとの比較結果

QPL	• FireFoam 103B		• Phos-Chek WD881C		• Angus Hi-Combat A		• First Response		• Phos-Chek WD881A					
	• Phos-Chek WD881		• National Foam KnockDown		• Buckeye Platinum Class A Foam		• Ansul Silv-Ex Plus Class A		• Fomtec Enviro Class A					
	• Pyrocap B-136		• FlameOut		• Solberg Fire-Brake 3150A		• 1% Bushmaster “A” Class Foam		• Bio-Ex EcoPol-F					
GPC (シナリオ 総数)	大型の草食動物		肉食動物		雑食性、被食種		小型の草食動物		猛禽類		鳴禽類		地上営巣鳥	
	シカ		コヨーテ		シカネズミ		ウサギ		アメリカチョウゲンボウ		ハゴロモガラス		コリンウズラ	
1 (15)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
2 (15)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
3 (15)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
4 (15)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
6 (15)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)

RQ値とLOCとの比較結果



■ 製品（濃縮物または原液）による評価結果

RQ > LOC なし

■ 成分別の加算リスクによる評価結果

RQ > LOC なし

■ 泡・浸潤剤の陸生生物について、RQ > LOCとなるシナリオはなかった（2023年6月時点）。

* QPL（Qualified products list）：国家技術開発プログラム（NTDP）に基づく、林野火災用消火薬剤システム（WFCS）の評価の結果、認定された製品のリスト。

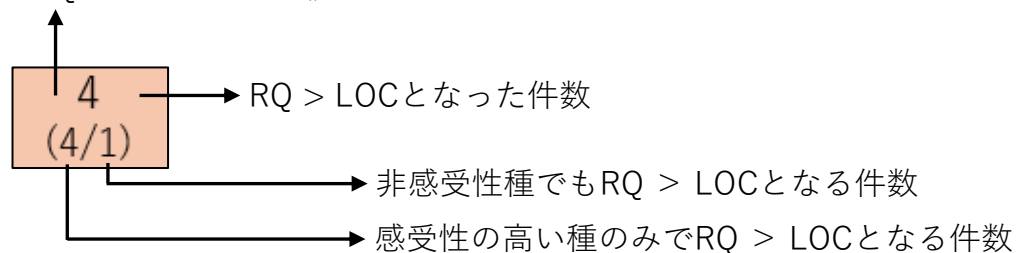
* RQ (Risk quotient)：リスク評価手法の一つであり、暴露量と毒性値の比から算出される指標。RQ値が急性又は慢性影響評価におけるLOCの基準値を超える場合に限り、管理措置（規制）が講じられる。陸生生物では、非感受性種及び感受性の高い種のRQ基準値はそれぞれ0.5、0.1とされている。水生生物では、非感受性種及び感受性の高い種のRQ基準値はそれぞれ0.5、0.05とされている。

* LOC (Level of concern)：非標的生物への潜在的リスクの有無を示すとともに、US EPAによる規制措置の検討の要否を判断するための基準。

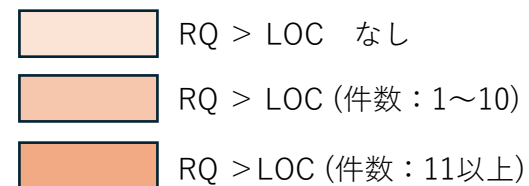
泡浸潤剤：標準散布（表面流出）シナリオにおける水生生物のRQ値とLOCの比較結果

QPL	• FireFoam 103B • Phos-Chek WD881 • Pyrocap B-136			• Phos-Chek WD881C • National Foam KnockDown • FlameOut			• Angus Hi-Combat A • Buckeye Platinum Class A Foam • Solberg Fire-Brake 3150A			• First Response • Ansul Silv-Ex Plus Class A • 1% Bushmaster “A” Class Foam			• Phos-Chek WD881A • Fomtec Enviro Class A • Bio-Ex EcoPol-F		
GPC (シナリオ 総数)	小規模流域河川						大規模流域河川								
	魚類		甲殻類		両生類		魚類		甲殻類		両生類				
	ニジマス		オオミジンコ		オタマジャクシ		ニジマス		オオミジンコ		オタマジャクシ				
1 (15)	0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)				
2 (105)	11 (11/0)		17 (17/3)		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)				
3 (30)	4 (4/1)		5 (5/3)		0 (0/0)		0 (0/0)		1 (1/0)		0 (0/0)				
4 (30)	2 (2/0)		5 (5/1)		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0)				
6 (45)	5 (5/1)		10 (10/4)		0 (0/0)		0 (0/0)		2 (2/0)		0 (0/0)				

RQ値とLOCとの比較結果



■ 成分別の加算リスクによる評価結果



泡浸潤剤：事故漏洩・偶発的散布シナリオにおける水生生物のRQ値とLOCの比較結果

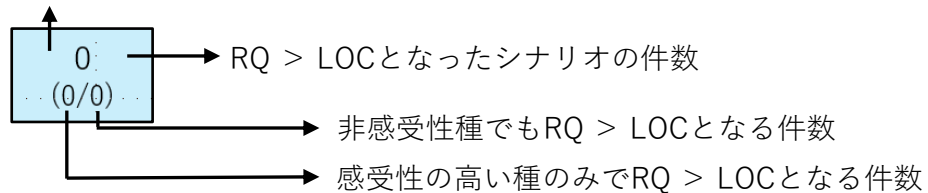
QPL	• FireFoam 103B • Phos-Chek WD881 • Pyrocap B-136 • Phos-Chek WD881C			• National Foam KnockDown • FlameOut • Angus Hi-Combat A • Buckeye Platinum Class A Foam			• Solberg Fire-Brake 3150A • First Response • Ansul Silv-Ex Plus Class A • 1% Bushmaster “A” Class Foam			• Phos-Chek WD881A • Fomtec Enviro Class A • Bio-Ex EcoPol-F		
シナリオ (シナリオ総数)	小規模流域河川						大規模流域河川					
	魚類	甲殻類	両生類	魚類	甲殻類	両生類	魚類	甲殻類	両生類	魚類	甲殻類	両生類
	ニジマス	オオミジンコ	オタマジャクシ	ニジマス	オオミジンコ	オタマジャクシ	ニジマス	オオミジンコ	オタマジャクシ	ニジマス	オオミジンコ	オタマジャクシ
原液 (5ガロン) (15)	14 (14/10)	2 (2/0) ※残る13件はND	ND	1 (1/0)	0 ※13件はND	ND	1 (1/0)	0 ※13件はND	ND	1 (1/0)	0 ※13件はND	ND
希釈後混合液 (50ガロン) (15)	10 (10/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND
河川への偶発的散布 (1ガロン) (15)	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND
河川への偶発的散布 (2ガロン) (15)	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND
河川への偶発的散布 (3ガロン) (15)	2 (2/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND
河川への偶発的散布 (4ガロン) (15)	8 (8/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND
河川への偶発的散布 (6ガロン) (15)	10 (10/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND	0 (0/0)	0 ※13件はND	ND



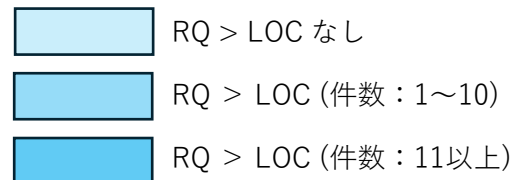
ゲル剤：陸生生物におけるRQ値とLOCとの比較結果

QPL	• Barricade II • Firelce 561 • Firelce HVB-Fx • Phos-Chek Insul-8 • Thermo-Gel 200L Blue Mixed Product • BioCentral Blazetamer 380 • Firelce 561 Cool Blue-F • Firewall II • Thermo-Gel 200L • Thermo-Gel 500P													
GPC (シナリオ 総数)	大型の草食動物		肉食動物		雑食性、被食種		小型の草食動物		猛禽類		鳴禽類		地上営巣鳥	
	シカ		コヨーテ		シカネズミ		ウサギ		アメリカチョウゲンボウ		ハゴロモガラス		コリンウズラ	
1 (10)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
2 (10)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
3 (10)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	2 (2/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	1 (10/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
4 (10)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	2 (2/0)	1 (1/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	1 (1/0)	0 (0/0)	1 (1/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
6 (10)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	2 (2/0)	1 (1/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	2 (2/0)	1 (1/0)	2 (2/0)	1 (1/0)	0 (0/0)	0 (0/0)

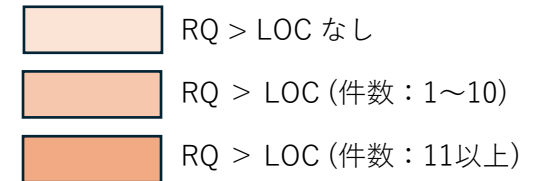
RQ値とLOCとの比較結果



■ 製品（原液）または希釈後混合液による評価結果



■ 成分別の加算リスクによる評価結果



* QPL (Qualified products list)：国家技術開発プログラム（NTDP）に基づく、林野火災用消火薬剤システム（WFCS）の評価の結果、認定された製品のリスト。

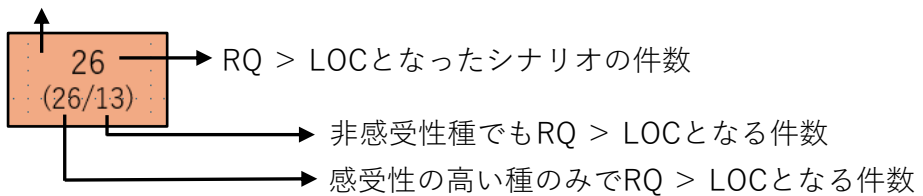
* RQ (Risk quotient)：リスク評価手法の一つであり、暴露量と毒性値の比から算出される指標。RQ値が急性又は慢性影響評価におけるLOCの基準値を超える場合に限り、管理措置（規制）が講じられる。陸生生物では、非感受性種及び感受性の高い種のRQ基準値はそれぞれ0.5、0.1とされている。水生生物では、非感受性種及び感受性の高い種のRQ基準値はそれぞれ0.5、0.05とされている。

* LOC (Level of concern)：非標的生物への潜在的リスクの有無を示すとともに、US EPAによる規制措置の検討の要否を判断するための基準。

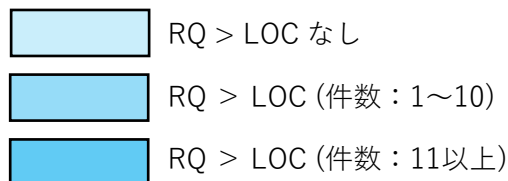
ゲル剤：標準散布（表面流出）及び偶発的散布シナリオにおける水生生物のRQ値とLOCの比較結果

QPL	・ Barricade II ・ Firelce 561 ・ Firelce HVB-Fx ・ Phos-Chek Insul-8 ・ Thermo-Gel 200L Blue Mixed Product ・ BioCentral Blazetamer 380 ・ Firelce 561 Cool Blue-F ・ Firewall II ・ Thermo-Gel 200L ・ Thermo-Gel 500P											
GPC (シナリオ 総数)	小規模流域河川						大規模流域河川					
	魚類		甲殻類		両生類		魚類		甲殻類		両生類	
	ニジマス		オオミジンコ		オタマジャクシ		ニジマス		オオミジンコ		オタマジャクシ	
1 (10)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 ※1剤以外全てND	2 (2/0)	ND	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 ※1剤以外全てND	0 (0/0)	ND	0 (0/0)
2 (70)	0 (0/0)	26 (26/13)	0 ※1剤以外全てND	22 (22/14)	ND	0 (0/0)	0 (0/0)	9 (9/7)	0 ※1剤以外全てND	10 (10/6)	ND	0 (0/0)
3 (20)	0 (0/0)	4 (4/4)	0 ※1剤以外全てND	4 (4/4)	ND	0 (0/0)	0 (0/0)	4 (4/4)	0 ※1剤以外全てND	4 (4/3)	ND	0 (0/0)
4 (20)	0 (0/0)	8 (8/5)	0 ※1剤以外全てND	8 (8/4)	ND	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 ※1剤以外全てND	2 (2/0)	ND	0 (0/0)
6 (30)	0 (0/0)	11 (11/7)	0 ※1剤以外全てND	10 (10/5)	ND	0 (0/0)	0 (0/0)	2 (2/0)	0 ※1剤以外全てND	3 (3/0)	ND	0 (0/0)

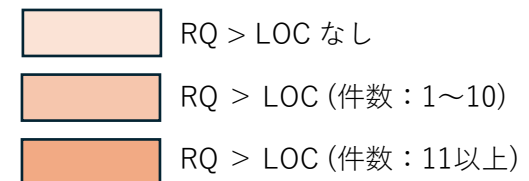
RQ値とLOCとの比較結果



■ 製品（原液）または希釈後混合液による評価結果



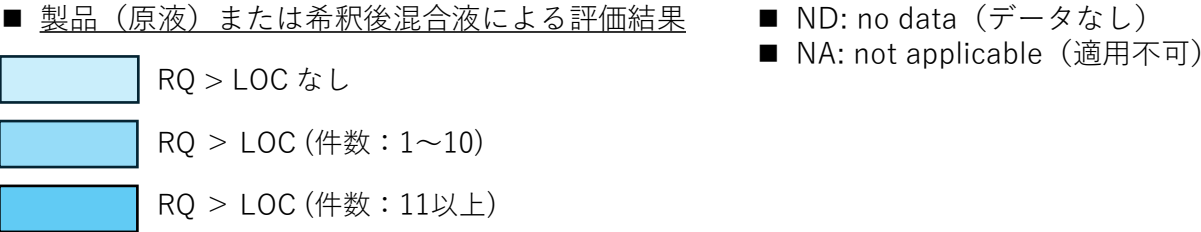
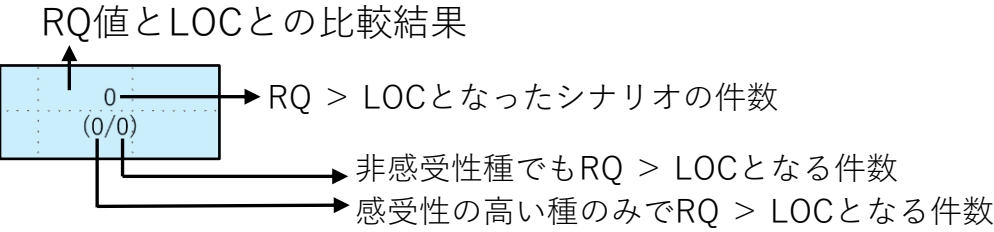
■ 成分別の加算リスクによる評価結果



■ ND: no data（データなし）
■ NA: not applicable（適用不可）

ゲル剤：事故漏洩シナリオにおける水生生物のRQ値とLOCの比較結果

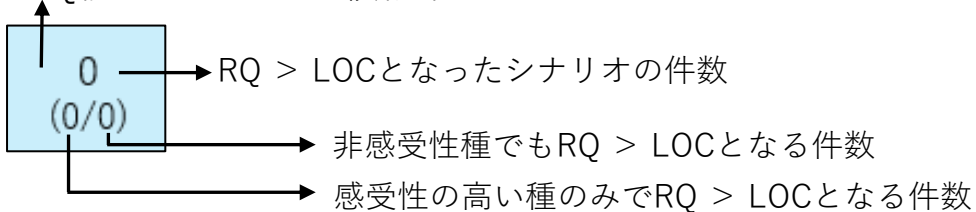
QPL	• Barricade II • BioCentral Blazetamer 380 • Firelce 561 • Firelce 561 Cool Blue-F • Firelce HVB-Fx • Firewall II • Phos-Chek Insul-8 • Thermo-Gel 200L • Thermo-Gel 200L Blue Mixed Product • Thermo-Gel 500P					
シナリオ (総数)	小規模流域河川			大規模流域河川		
	魚類	甲殻類	両生類	魚類	甲殻類	両生類
	ニジマス	オオミジンコ	オタマジャクシ	ニジマス	オオミジンコ	Tadpole
濃縮物 (Dry Concentrate) (10)	0 ※6剤はNA	NA 6件 ND 4件	NA 6件 ND 4件	0 ※6剤はNA	NA 6件 ND 4件	NA 6件 ND 4件
原液 (Liquid Concentrate) (10)	4 (4/0) ※4剤はNA	1 (1/0) ※ND 5剤, NA 4剤	NA 4件 ND 6件	0 ※4剤はNA	0 ※ND 5剤, NA 4剤	ND 4件 NA 6件
希釈後混合液 (Mixed for Application) (10)	0 (0/0)	0 ※9剤はND	ND	0 (0/0)	0 ※9剤はND	ND



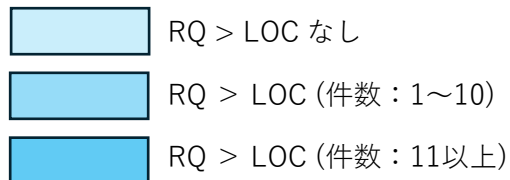
延焼抑制剤：陸生生物におけるRQ値とLOCとの比較結果

QPL	• Phos-Chek MVP-Fx		• Phos-Chek LC-95A-R		• Phos-Chek LCE20-Fx				• Phos-Chek LC-95A-Fx				• Komodo			
	• Phos-Chek MVP-F		• Phos-Chek LC-95A-Fx		• Phos-Chek LC-95-W(Phos-Chek GS 23 RR)				• Phos-Chek Fortify				• Flame Security International			
	• Phos-Chek 259-Fx		• Phos-Chek LC-95A-F		• Phos-Chek LC-95-W				• Phos-Chek LCE20W				FIRECOAT DEFEND			
GPC (シナリオ 総数)	大型の草食動物		肉食動物		雑食性、被食種		小型の草食動物		反芻動物		猛禽類		鳴禽類		地上営巣鳥	
	シカ		コヨーテ		シカネズミ		ウサギ		ウシ		アメリカ チョウゲンボウ		ハゴロモガラス		コリンウズラ	
1 (21)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
2 (21)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	1 (1/0)	6 (6/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
3 (21)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	10 (10/0)	6 (6/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	6 (6/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
4 (21)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	10 (10/0)	8 (8/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	6 (6/0)	1 (1/0)	6 (6/0)	0 (0/0)	0 (0/0)
6 (21)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	21 (21/0)	16 (16/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	0 (0/0)	10 (10/0)	6 (6/0)	10 (10/0)	7 (7/0)	0 (0/0)	0 (0/0)

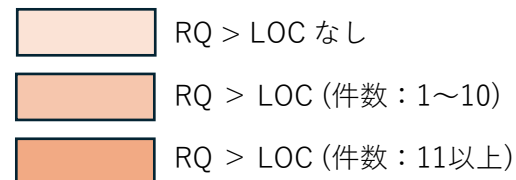
RQ値とLOCとの比較結果



■ 製品（原液）または希釈後混合液による評価結果



■ 成分別の加算リスクによる評価結果



* QPL (Qualified products list)：国家技術開発プログラム (NTDP) に基づく、林野火災用消火薬剤システム (WFCS) の評価の結果、認定された製品のリスト。

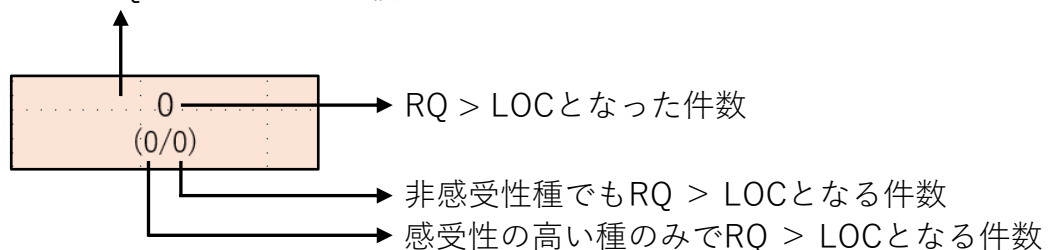
* RQ (Risk quotient)：リスク評価手法の一つであり、暴露量と毒性値の比から算出される指標。RQ値が急性又は慢性影響評価におけるLOCの基準値を超える場合に限り、管理措置（規制）が講じられる。陸生生物では、非感受性種及び感受性の高い種のRQ基準値はそれぞれ0.5、0.1とされている。水生生物では、非感受性種及び感受性の高い種のRQ基準値はそれぞれ0.5、0.05とされている。

* LOC (Level of concern)：非標的生物への潜在的リスクの有無を示すとともに、US EPAによる規制措置の検討の要否を判断するための基準。

延焼抑制剤：標準散布（表面流出）シナリオにおける水生生物の RQ値とLOCの比較結果

QPL	• Phos-Chek MVP-Fx • Phos-Chek MVP-F • Phos-Chek 259-Fx		• Phos-Chek LC-95A-R • Phos-Chek LC-95A-Fx • Phos-Chek LC-95A-F		• Phos-Chek LCE20-Fx • Phos-Chek LC-95-W(Phos-Chek GS 23 RR) • Phos-Chek LC-95-W		• Phos-Chek LC-95A-Fx • Phos-Chek Fortify • Phos-Chek LCE20W		• Komodo • Flame Security International FIRECOAT DEFEND			
GPC (シナリオ 総数)	小規模流域河川					大規模流域河川						
	魚類		甲殻類		両生類		魚類		甲殻類		両生類	
	ニジマス		オオミジンコ		オタマジャクシ		ニジマス		オオミジンコ		オタマジャクシ	
1 (21)	0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND	
2 (147)	0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND	
3 (42)	0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND	
4 (42)	0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND	
6 (63)	0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND		0 (0/0)		0 (0/0)		0 (0/0) ※1剤はND	

RQ値とLOCとの比較結果



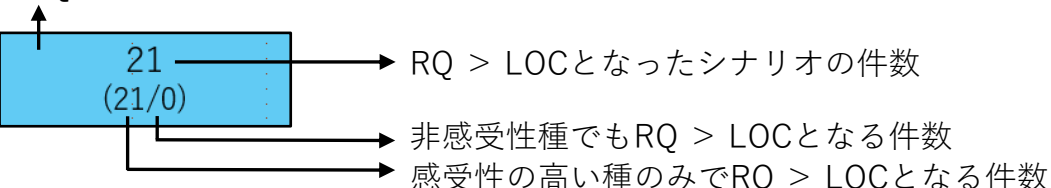
■ 成分別の加算リスクによる評価結果

■ RQ > LOC なし

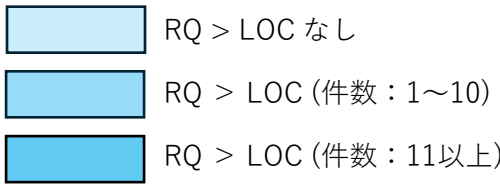
延焼抑制剤：事故漏洩・偶発的散布シナリオにおける水生生物のRQ値とLOCの比較結果

QPL	Phos-Chek MVP-Fx Phos-Chek MVP-F Phos-Chek 259-Fx Phos-Chek LC-95A-R			Phos-Chek LC-95A-Fx Phos-Chek LC-95A-F Phos-Chek LCE20-Fx Phos-Chek LC-95-W(Phos-Chek GS 23 RR)			Phos-Chek LC-95-W Komodo Phos-Chek LC-95A-Fx Flame Security International FIRECOAT DEFEND Phos-Chek Fortify Phos-Chek LCE20W		
シナリオ (シナリオ総数)	小規模流域河川			大規模流域河川					
	魚類	甲殻類	両生類	魚類	甲殻類	両生類			
	ニジマス	オオミジンコ	オタマジャクシ	ニジマス	オオミジンコ	オタマジャクシ			
2000ポンドの袋3つ (21)	21 (21/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND	16 (16/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND			
希釈後混合液 (2000ガロン) (21)	21 (21/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND	8 (8/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND			
河川への偶発的散布 (1ガロン) (21)	0 (0/0)	0 (0/0)※1剤以外全てND	ND	0 (0/0)※1剤以外全てND	0 (0/0)※1剤以外全てND	ND			
河川への偶発的散布 (2ガロン) (21)	0 (0/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND	0 (0/0)※1剤以外全てND	0 (0/0)※1剤以外全てND	ND			
河川への偶発的散布 (3ガロン) (21)	3 (3/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND	0 (0/0)※1剤以外全てND	0 (0/0)※1剤以外全てND	ND			
河川への偶発的散布 (4ガロン) (21)	5 (5/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND	0 (0/0)※1剤以外全てND	0 (0/0)※1剤以外全てND	ND			
河川への偶発的散布 (6ガロン) (21)	6 (6/0)	1 (1/0)※1剤以外全てND	ND	0 (0/0)※1剤以外全てND	0 (0/0)※1剤以外全てND	ND			

RQ値とLOCとの比較結果



■ 製品（原液）または希釈後混合液による評価結果



■ ND: no data（データなし）
■ NA: not applicable（適用不可）