

平成28年3月17日

平成27年度レギュラトリーサイエンス新技術開発事業研究実績報告書
及び平成27年度レギュラトリーサイエンス新技術開発事業研究計画書

課題番号：2507

新規国内侵入病害虫対策のためのリスクアナリシスの実施手順の確立

研究期間：平成25年度～平成27年度（3年間）

研究総括者名：大藤 泰雄

試験研究機関名：独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター

I. 全体計画

1. 研究目的

輸入植物の種類や輸出国の増加、国際流通の迅速化などに伴い、国内に発生していない新たな病害虫が侵入するリスクが増大していることから国内農業に被害をもたらすリスクの高い病害虫が我が国に発生した場合に迅速な対応を行うため、「重要病害虫発生時対応基本指針」（平成 24 年 5 月）が策定されている。指針では具体的な防除対策を検討するために、病害虫の【潜在的まん延能力及びまん延の予想速度】や【まん延により予想される将来的な経済的損失】等について分析及び評価を行うと定めるほか、特に国内農業に甚大な被害を与えることが明らかな重要病害虫について、防除指針を策定することとされている。

重要病害虫が国内で発生した場合には迅速にそのまん延を防ぐため、これまでに輸入植物検疫措置の決定にあたり蓄積されたそれら病害虫に関する知見を活用することに加え、国内での発生・被害状況に応じて効果的かつ費用対効果を考慮した防除対策を行うことができるよう、より定量的な PRA を実施することが求められている。

このため、本研究においては、重要病害虫が発生した際に行うべき防除対策を迅速に決定するために必要なまん延速度や被害動態の予測手法、植物の移動規制や病害虫の緊急防除等の公的防除の費用対効果を分析する手法等を開発し、国内検疫向け PRA における定量的な評価・分析に係る手順を確立することを目的とする。

2. 研究内容

(1) 中課題 1：新規国内侵入病害虫のまん延のメカニズムを解析する手法の開発

重要病害虫が国内で発見された時点で、定着の可能性、および、まん延の程度に応じた管理措置を選択するために、重要病害虫の国内における定着とまん延の可能性と程度を評価する手順を策定する。

1) 小課題 1：理論疫学における基本増殖率に基づく侵入可能性の評価手順

理論疫学の基本増殖率の考え方にに基づき、定着・まん延が成立する条件を定式化することにより、より詳細に規定し、ある病害虫が、国内の特定の場所で発見されたときに得られる「発見された地域の気候、植生、作付け体系」、「発生状況の具体的なデータ」、および、「既発生地域から得られる同様のデータ」の解析に基づき、発見された地域での定着成立の可能性、および、そこからのまん延の可能性とその速度を評価する手順を策定する。

2) 小課題 2：時空間的要素を考慮したまん延過程の段階的評価による管理意思決定支援手法の開発

新規国内侵入病害虫のまん延プロセスを、疫学的観点から定性的に異なる段階に分割し、その段階ごとに、被害規模の推定に必要とされる情報や適用すべき解析手法、さらに実施可能な防疫措置の候補等を整理することで、侵入からまん延

に至る各段階の進行の可能性を評価し、また、管理措置の意思決定を支援する手順を策定する。

(2) 中課題2：新規国内侵入病害虫のまん延による経済的影響を評価する手法の開発

1) 小課題1：経済的影響の評価手順の策定

新規国内侵入の重要病害虫を対象として、まん延による経済的影響の推定方法について整理する。さらに、実施可能な防疫措置の対策費用などを整理し、経済的影響の評価手順を策定する。

2) 小課題2：経済的影響評価に関わる評価項目データの整理

経済的影響評価の際に使用する可能性のある統計データとそのソースを整理する。さらに、被害が発生した際に生ずる生産額の減少、防除コストの上昇等の経済的影響を整理し、データの取得可能性について検討するとともに、データの一部が取得できない場合の評価方法についても検討する。

(3) 中課題3：国内検疫向け PRA における定量的な評価・分析に係る手順の確立

1) 小課題1：国内検疫のための重要病害虫リスクアナリシス手順の策定

上記1で開発したまん延の可能性の評価手順と、2で開発した経済的影響の評価手順を統合して、新規国内侵入病害虫の国内検疫の意思決定を支援するリスクアナリシスの手順を策定する。さらに、策定した手順の理論を、輸入検疫のリスクアナリシス手順へ適用し、輸入検疫における病害虫リスクアナリシスの高度化を図る。

4. 実施体制

項目	担当研究機関	研究担当者	エフオーブ (%)
研究総括者	中央農業総合研究センター	大藤 泰雄	30
1. 新規国内侵入害虫のまん延のメカニズムを解析する手法の開発	中央農業総合研究センター	○ 鈴木 清樹	50
(1) 理論疫学における基本増殖率に基づく侵入成立可能性の評価手順	中央農業総合研究センター	△ 日本 典秀 関本 茂行 大藤 泰雄 上松 寛 (平成25年4月～平成27年3月) 奥田 充 平江 雅宏 津田 新哉 鈴木 清樹 柳澤 広宣 (平成27年4月～)	10 30 前出 10 5 5 5 前出 10
(2) 時空間的要素を考慮したまん延過程の段階的評価による管理意思決定支援手法の開発	中央農業総合研究センター	△ 関本 茂行 大藤 泰雄 平江 雅宏 津田 新哉 鈴木 清樹 柳澤 広宣 上松 寛 (平成25年4月～平成27年3月)	前出 前出 前出 前出 前出 前出 前出
2. 新規国内侵入害虫のまん延による経済的影響を評価する手法の開発	中央農業総合研究センター	○ 澤田 守	10
(1) 経済的影響の評価手順の策定	中央農業総合研究センター	△ 佐藤 正衛 松本 浩一 宮武 恭一 大藤 泰雄 奥田 充 柳澤 広宣 上松 寛 (平成25年4月～平成27年3月)	5 5 5 前出 前出 前出 前出

(2) 経済的影響評価に関わる評価項目データの整理	中央農業総合研究センター	△	宮武 恭一 松本 浩一 佐藤 正衛 大藤 泰雄 日本 典秀	前出 前出 前出 前出 前出
3. 国内検疫向け PRA における定量的な評価・分析に係る手順の確立	中央農業総合研究センター	○	大藤 泰雄	前出
(1) 国内検疫のための重要病害虫リスクアナリシス手順の策定	中央農業総合研究センター	△	関本 茂行 日本 典秀 奥田 充 宮武 恭一 澤田 守 佐藤 正衛 松本 浩一 鈴木 清樹 柳澤 広宣 上松 寛 (平成 25 年 4 月～平成 27 年 3 月)	前出 前出 前出 前出 前出 前出 前出 前出 前出 前出

研究担当者欄について、中課題担当者には○、小課題担当者には△を付すこと。

II. 研究実績報告

1. 中課題1：新規国内侵入病害虫のまん延のメカニズムを解析する手法の開発

(1) 成果の概要

工程表	進捗状況・成果
<p>SIR コンパートメントモデルと基本増殖率 (R0) の考え方に基づき国内における病害虫の存続(「定着」)条件を解明する(小課題1 関連)。(平成25年度)</p> <p>リスク分析手法の一つである Fault Tree Analysis (FTA) を応用して「まん延」に至る要因と中間事象を解析する(小課題2 関連)(平成25年度)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>「定着」の成立要因を構成する疫学パラメータを分析、生物的・環境的条件として評価項目化し、その妥当性を専門家のブレインストーミングで検討する(小課題1 関連)。(平成26年度)</p>	<p>生態学、理論疫学および ISPM における侵入病害虫の定着の理論的定義を比較検証した結果、侵入種の定着には少なくとも3パターンの評価段階に分岐可能であることを明らかにした。更にベクターの変動や病害虫の自由生活などを拡張したモデルについての各々の侵入・存続条件を導出し、疫学モデルと定着条件の評価に必要な項目との関連づけを可能とした(表1 ※1)。(平成25年度)</p> <p>FTA の考え方を応用して、頂上事象である「まん延」に至る過程での中間事象を「移入-生存-移出」というまん延過程のモジュール(図1) ※2の間の接続の発生としてとらえ、定着場所とその間の接続(経路)の種類を、シナリオとして設定し、そのシナリオ毎に接続が発生する確率と接続により移行する病害虫、及び発生する接続の数の量からリスクを推定する方法を検討した。また、実際にこの考え方を応用して発生要因の推定から管理オプションの選択を行うまでのワークフローを検討した。(平成25年度)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>対象病害虫の基本増殖率を構成する疫学パラメータに関連する生物的・環境的条件を、専門家によるブレインストーミングで検討し(図2) ※3、現行の PRA 手順書における定着の可能性の評価に必要な情報との関連を整理した(表2) ※4。さらに、それらを実評価項目として対象病害虫の生物情報や調査対象地域の栽培環境や周辺の野生環境の情報を用いて、基本増殖率の考え方に基づ</p>

<p>「まん延」成立のシナリオにおける、管理上の過誤などの中間事象の成立を時間的・空間的観点から解析し、その成立の可否を評価するための項目を抽出する（小課題2 関連）。（26 年度）</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>「定着」の可能性に関する生物学的・環境的条件等の評価項目間の相互関係を整理し、「定着」可能性評価手順を構築する（小</p>	<p>いて定着・まん延の段階を評価する手順を決定木として整理し（図3）※5、栽培環境と周辺環境それぞれにおける侵入生物の初期増加の有無、定着の可否、の組合せより、定着による被害発生の可能性を4段階の大カテゴリと9つのクラスに分類した（図4）※6。（小課題1 関連）。（平成26 年度）</p> <p>「まん延」成立のシナリオにおける移動の経路について、人為的移入・移出と自然移入・移出に分けた。人為的移動に関して、一経路ごとの成立可否の評価に必要な項目のうち、その経路での伝達率は、入り込みの評価と同様に考えられ、単位流通量あたりの病害虫の存在量と経路内での死亡率（増殖率）等により決まり、経路の開始点における存在量は移出元における病害虫の発生頻度、発生量とその管理により決まり、経路上での死亡率（増殖率）は、死亡または増殖に関する経路の性質と人為的管理要素から推定することとした（表3 ※7）。一方、自然移入・移出は、水媒・風媒・媒介者による移動・自力移動の可否という固有の生物学的性質に基づき、またその範囲も個々の有害生物に固有の性質と移動方法、宿主や生息可能な場所の有無など周辺環境に基づき推定するという手順とした。こうした人為的・非人為的移動経路の存在可能性を推定するための要素を階層化し整理した。（表4 ※8）（小課題2 関連）（26 年度）</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>決定木を用いて、評価対象地点における定着のリスクを、病害虫の生物学的性質や宿主植物の有無、密度などの環境条件に基づき、前</p>
---	---

<p>題1 関連)。(平成27年度)</p> <p>前年度抽出した評価項目に基づき「まん延」に至る時間的・空間的段階と各段階の管理に必要な措置を推定する評価手順を構築する(小課題2 関連)。(平成27年度)</p>	<p>年度までに示した群集生態学的な侵入段階のクラスとして評価する手順を作成して(図5※9) ケーススタディーに供し、改良を加えて、文書化した。(小課題1 関連) (27年度)</p> <p>26年度に人為的・非人為的移動経路の存在可能性を推定するための要素を階層化し整理した「経路の構成要素」の組合せに従い、経路を類型として推定し、経路の発生頻度と経路の伝達率、更に経路となる品物の流通量から、その経路1つを通じて到達する病害虫の期待値を「期待到達量」として評価する手順を作成した。次に、ある地点を起点とする同じ類型の経路によるリスクの総計を「類型期待到達量」として経路の発生数と期待到達量のマトリクス(図6※10)から評価する手順、および、定着が認められた地点のまん延への寄与の程度を、地点間で相対評価するための「地点類型総期待到達量」を評価する手順を作成し、ケーススタディーにより問題点を洗い出し修正を行い、「経路の評価手順」として取りまとめた。</p>
<p>成果目標: 「定着」の可能性と「まん延」の進展状況を推定する評価手順を構築する。</p>	

<成果の概要の補足>

※1：表1 侵入病虫害の定着 (establishment) の定義とその分類

生態学的な意味	<ul style="list-style-type: none"> invasion (侵入) initial increase 	<ul style="list-style-type: none"> persistence (存続) 	
疫学的な意味	<ul style="list-style-type: none"> epidemic (流行的/一過性) 	<ul style="list-style-type: none"> endemic (定常的/限定的) 	
時間スケール	入り込み時のみ (初期の短期間)	流行 (epidemic) 後の長期間	
PRA における意味	<ul style="list-style-type: none"> establishment (農地) pest (農地) 	<ul style="list-style-type: none"> establishment (野生環境/農地) 	
侵入種にとっての resources の状態	十分に存在するが、宿主の増殖プロセスは問わず (宿主増殖無し SIR)	resources の持続的な供給 (SIS/SIRS/宿主の増殖あり SIR モデルも同様)	<ul style="list-style-type: none"> resources の供給停止 (刈取り/季節性枯死) 侵入種の活動停止 (耐久体/休眠)
数学的な定義	disease free における自明平衡点の不安定条件 ($R_0 > 1$)	宿主と共存する内部平衡点の存在条件 ($ESS > 0$)	越冬・越夏率の考慮 ($R_0 > 1 \wedge \delta > 0$)
H 型	$R_0 = \frac{\beta}{\gamma} > 1$	$R_0 > 1 \Leftrightarrow ESS > 0$ ESS (endemic steady state)	$\delta R_0 > 1$ (感染個体が少ない場合)
HV 型 (ベクター)	$R_0 = R_0^{VH} R_0^{HV} + \frac{R_0^{VI}}{R_0^{VS}} > 1$	$R_0 > 1 \Leftrightarrow ESS > 0$	シナリオの分岐点多数 (解析中)
HP 型 (自由生活寄生者)	$R_0 = \frac{r\beta}{\gamma u} > 1$	$R_0 > 1 \Leftrightarrow ESS > 0$	(解析中)
侵入段階の評価	<ul style="list-style-type: none"> 圃場一作期で収束する可能性有 未定着でも次作期への再侵入可 Phase 3 B 	<ul style="list-style-type: none"> 野生環境下での定着 農地への定着 (周年栽培等) Phase 2 A, Phase 5 B 	<ul style="list-style-type: none"> 農地への定着 (土壌汚染) Phase 5 B

疫学パラメータ：感染率 (β)、感染個の総死亡率 (γ)、自由生活寄生者生産数 (r)、自由生活寄生者死亡率 (u)、

侵入種の越冬/越夏率 (δ)、経路を介した侵入種の移入率 (ϕ)、

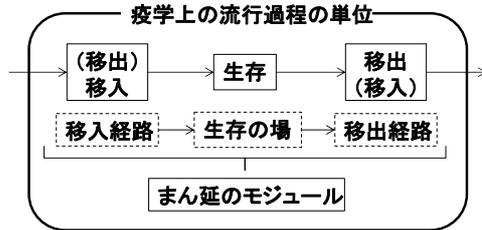
ベクターから宿主への感染による感染宿主の基本増殖率 (R_0^{VH})、

宿主からベクターへの感染による感染ベクターの基本増殖率 (R_0^{HV})、

感染ベクターの未感染ベクター集団への侵入適応度 (R_0^{VI}/R_0^{VS})

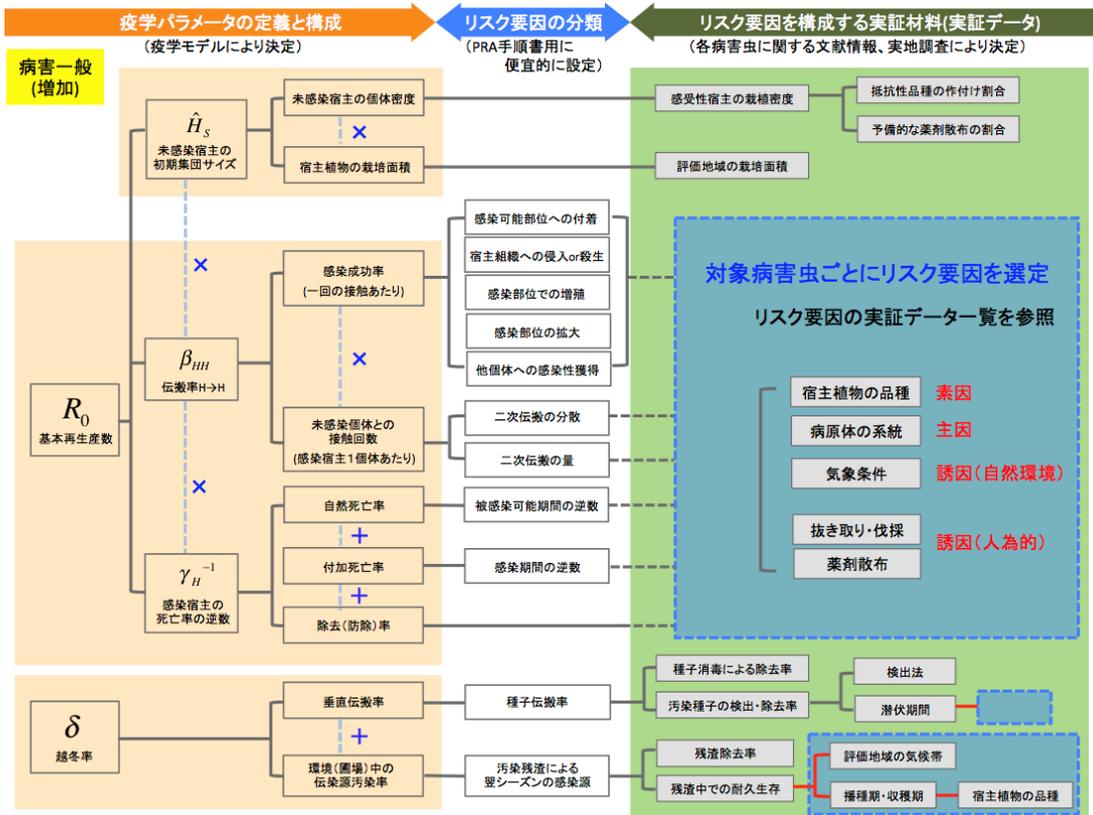
PRA において想定されている、ある侵入病虫害の「定着」という事象は、生態学的には “invasion (侵入)” と “persistence (存続)” という 2 種の異なる状態に分けられ、さらに、定着場所での利用可能な生存のための資源の状態などにより分けることで、大きく 3 種類の異なる状態である事が明らかとなった。それぞれの状態において、いくつかの伝染環の様式 (型) ごとに、基本増殖率 (R_0) が数学的に記述でき、疫学動態に関与する疫学パラメータの関係性が明らかとなった。また、それぞれの状態が、どの様な侵入段階 (phase) に相当するかの関係についても、解析を行った。

※2：図1 まん延のモジュール



まん延を、「経路上に潜在的に存在するまん延のモジュールの接続が発生する事」と考えると、「定着」とはこのモジュール内の「生存の場」が成立することであると整理される。その成立要件は、小課題 1 で検討することとなる。一方、この生存の場の中の接続の成立は、その間がどのような経路により結ばれる可能性があるかにより大きく異なることが予想される。モジュール成立の要件を分析するためには、生存の場や接続の種類の洗い出しと類型化の作業が必要であると考えられる。

※3：図2 R_0 および感染源の耐久生存(越冬率 δ)の評価に関するリスク要因の構造図



定義より R_0 および δ は疫学パラメータによって一義的に構成され、さらに各パラメータに与えるリスク要因の関連付けを行う。ただし、図中青枠で示した伝搬率 β および死亡率 γ については、対象病害虫ごとにリスク要因となる材料が大きく異なるため、ケーススタディによってリスク要因の構成を策定する必要がある。

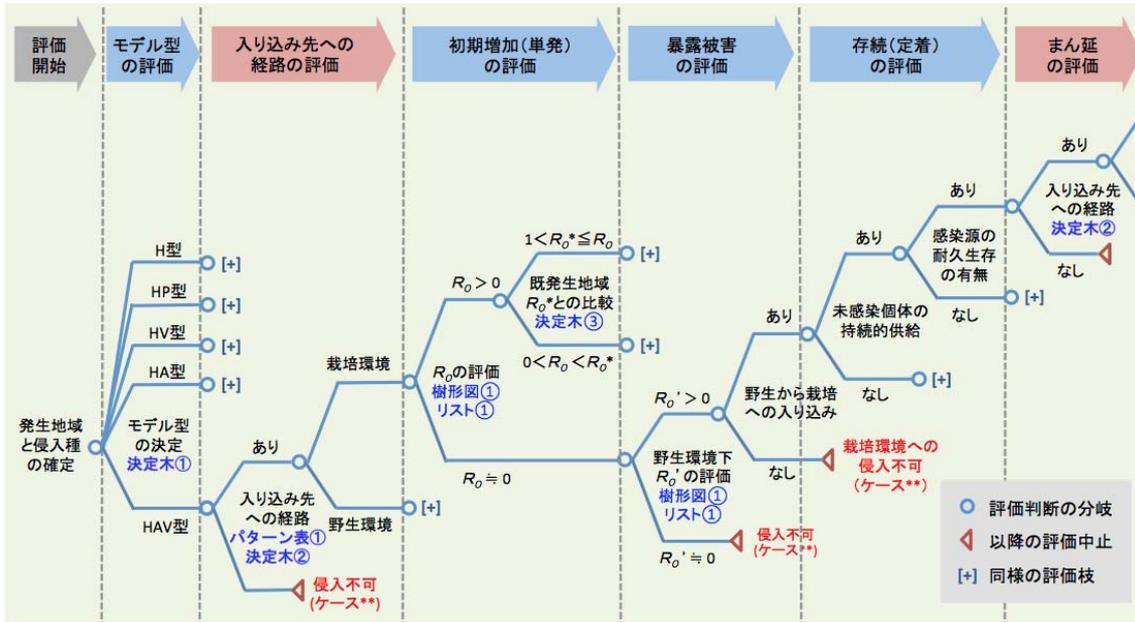
※4：表2 侵入病虫害の入り込み経路および型着におけるリスク要因の分類と実証データの具体例一覧

侵入病虫害の入り込み経路および型着におけるリスク要因の分類と実証データの具体例				
リスク要因の分類	データの種類	各リスク要因の評価のための実証データの具体例		
生物種固有の相対的侵入リスク	自然環境要因	気象	最高気温、最低気温、平均気温、積算気温、日較差 湿度 風速、風向 日照 降水量、雨滴への暴露 異常気象 凍害、霜害、酸性雨、大気汚染、微気象による誤差	
		土壌	土壌群の種類 養分の組成 pH 地温 水分 酸素濃度、土壌硬度	
		植生	種類組成 空間分布 食物網(他者からの影響) 宿主分布の位置情報(GISなど)、標高、緯度、群集のスケール、空間異質性 侵入種の天敵、宿主・侵入種の共生生物、侵入種の拮抗生物、代替宿主、ベクター、土着虫による宿主への食害	
	人為的要因	肥培管理	作型 施設/露地、土耕/水耕、頭上灌水、うね立て 施肥 無機、有機、施用量、回数 薬剤散布 残効期間(遅効性/即効性)、作用点、散布頻度、散布量、殺虫・殺菌スペクトラム、評価地域全体での防除実施率 圃場管理 除草、残渣処理、器具の消毒、土壌消毒、中耕、鎮圧、発芽・野化促進物質、防虫ネットの目合い 種子管理、育苗 種子更新/自家採種、品種交代、種子消毒、育苗方法、接ぎ木(穂木・台木)、評価地域全体での抵抗性品種の導入率 収穫後の管理 保存温度、保存湿度、消毒	
			圃場分布	作付け規模 産地の規模、栽植密度 周辺環境 近傍の土地利用、隣接圃場・採種圃との距離
				宿主(代替宿主)の生物学的要因
		侵入種(ベクター)の生物学的要因		遺伝形質 系統の差異による生活史への影響、薬剤耐性 生育特性 平均寿命(自然死亡率)、化性、1作期での世代数、生育適温、有効積算温度、発育0点、競争的腐生性 感染特性 伝搬様式の多様性、感染性を有する生育段階、生育速度 活動量 移動分散、ベクターの訪問回数 宿主への毒性 病原性物質(宿主特異的毒素、EPS、有機酸、分解酵素) 耐久生存(越冬・越夏率) 耐久体の生産量、垂直伝搬率(種子伝搬、糞体伝搬) 宿主範囲 食性、宿主特異性、腐食性、嗜好性
		宿主と侵入種双方の系統の組合せにより決定される要因	親和性 宿主の遺伝形質(感受性、抵抗性)、侵入種の遺伝形質(侵害性) 宿主への感染特性 感染至適条件(環境要因)、感染宿主の潜伏期間(asymptomatic)、感染宿主の感染待ち期間(pre-infectious)、感染可能期間 宿主への毒性 発病至適条件(環境要因)、宿主(ベクター)の付加死亡率 侵入種の実産率 産仔数、増殖率など	

病虫害一般において、リスク要因と成り得る要素を分類し、それらの評価のための実証データを検索する際のキーワードを列挙した。このリストを参考に、 R_0 や δ に関連するリスク要因の洗い出し作業を行う。

基本増殖率に基づく定着の可能性の評価において必要とされる情報は、輸入検疫対象を決めるPRAにおける定着の可能性の評価項目及びそこで必要となる情報とほとんど対応する。

※5：図3 定着の評価手順の概要



PRA 開始から『定着』までの評価手順の概略。本評価手順は①評価開始②伝染環によるモデル型の分類③未発生地域への入り込み④未発生地域での初期侵入⑤未発生地域への定着の可能性、の5段階の枠組みから構成され、各段階についてより詳細な決定木を用いて対象病害虫における侵入過程の分類を行う。また、評価地域が侵入可能と評価された場合、さらに他の未発生地域への侵入の可否を以て『まん延』の評価を行う。

※6：図4 侵入種の定着パターンにおけるクラス分類のカテゴリ

① 侵入不可のクラス	①	増加	持続
評価地域での侵入種の増加が見込めない	栽培環境	×	・
	野生環境	×	・
② 暴露被害のみを考慮すれば良いクラス	②	増加	持続
栽培環境中での増加不可だが野生では可	栽培環境	×	・
	野生環境	○	・
③ 単発的な(1シーズンのみ)流行で収束するクラス	③	増加	持続
評価地域での侵入種の持続が見込めない	栽培環境	○	×
	野生環境	・	×
④ 流行・定着の可能性のあるクラス	④	増加	持続
栽培環境で増加し、どちらかで持続する	栽培環境	○	○
	野生環境	×	・

各評価結果を基に、侵入種の初期侵入(増加)と持続(定着)の可否の組合せの条件により、図4に示す4つの大カテゴリと9つの小カテゴリに分類可能であることが判った。

※7 人為的移動経路におけるまん延しやすさ（量、速さ）の考え方の整理

基本的な考え方として、単位時間に新たに発生する地点の数をまん延の速さと考える。ある経路の到達量（下の表3の a、S、P、の積）を単位時間あたり（年、月、等）に換算し、到達率とする。到達率が高い経路と基本増殖率が高い地点の組み合わせが多い系ほど、より短期間に多くの地点に発生が拡大する事になる。

表3 病害虫の人為的移動経路の到達量に関する調査項目

考慮すべきパラメータ		考慮する細部評価項目
a	出発地点における感染・曝露の頻度と量(媒介者を含む) =定着・まん延の可能性に関する要素	・媒介者を含む現地での発生量と防除の状況(商品生産時期、種苗への移行率) ・宿主の発育程度(太さ・大きさ・熟度等) ・品物への寄生と機会的付着の頻度と量(汚染、管理状態の悪さ、越冬場所等の非宿主的利用、輸送・加工途中でのコンタミネーション)
S	対象病害虫が存在する可能性がある物品の流通量(容器等も含む)	経路毎の起点での流通量
P	x 到達確率に関する出発地からの経路上の要素	・除去率(媒介者を含む、検疫以外の管理による除去の可能性=見つけやすさ→大きさ、症状の出やすさ・明瞭さ、生息(寄生)部位) ・輸送条件(温度・湿度等の環境条件とその持続時間と生存率の関係)
	y 経路上における加工による生存率の変化に関する要素	・熱・加工粉碎程度とそれらに対する耐性 ・加工に伴う増殖
	α 到着地点の到達確率に関する輸送経路上の要素	・除去率(媒介者を含む、検疫以外の管理による除去の可能性=見つけやすさ→大きさ、症状の出やすさ・明瞭さ、生息(寄生)部位) ・輸送条件(温度・湿度等の環境条件とその持続時間と生存率の関係)
P	β 到着後の2次～加工による生存率の変化に関する要素	・熱・加工粉碎等の処理の程度とそれらに対する耐性 ・加工に伴う増殖
	γ 最終物品から宿主植物への移行率に関する要素	・媒介者を含む、種子(栄養体)伝染率、商品の目的外種苗利用の可能性 ・病害虫の自己移動分散能力 ・国内の既存防除体系の有効性
σ	国内の流通経路途中での宿主への到達率に関する要素	・媒介者を含む、混載・並列展示による移行 ・輸送経路からの逸脱 ・人・物への機会的付着による移動可能性 ・国内の既存防除体系の有効性

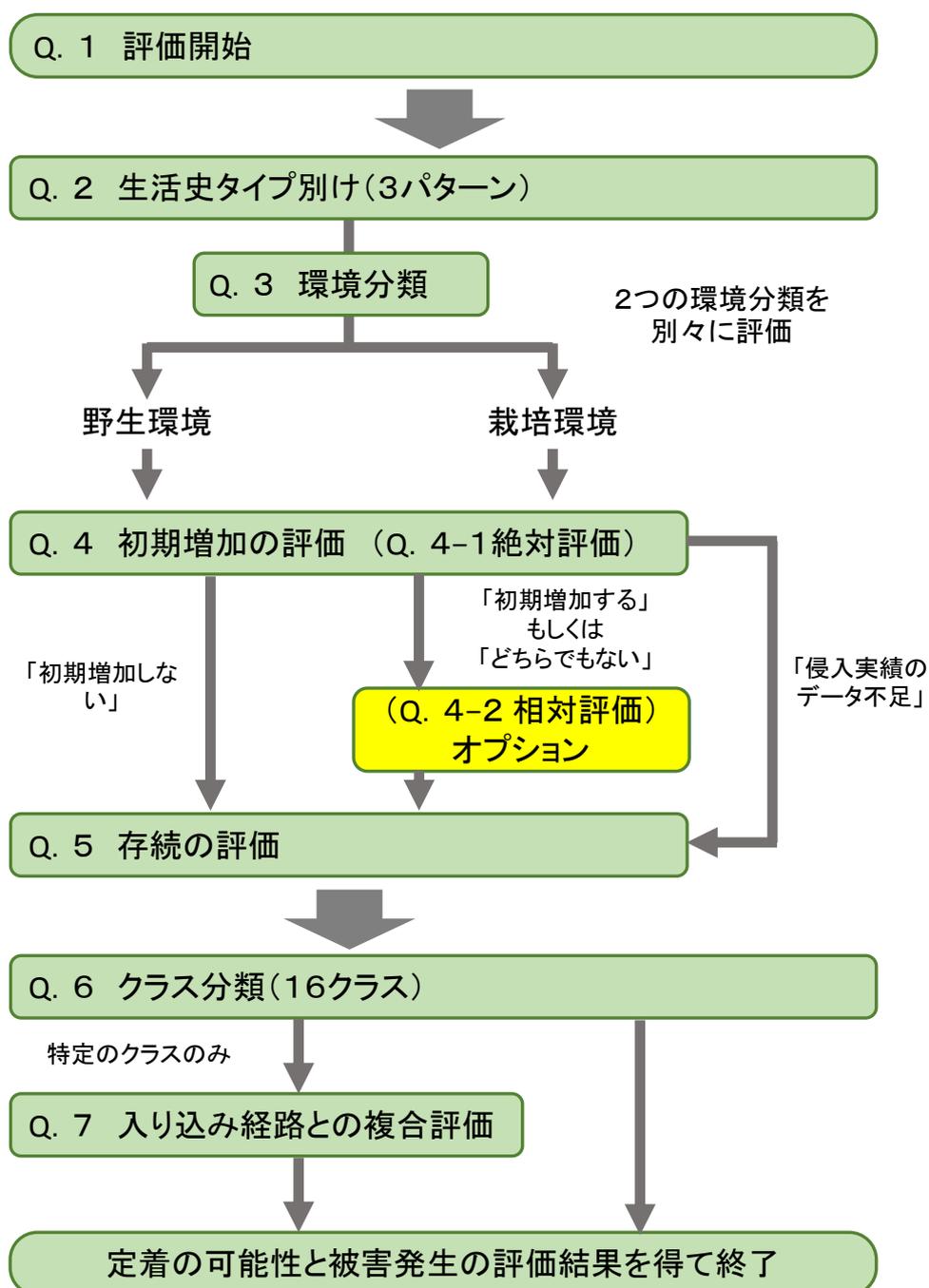
自然拡散の場合は、一回の拡散で移動する距離とその後の分布（有害動植物種毎の分散特性により異なる）、移動可能な伝染媒体（たとえば、移動可能な成虫や、孢子や保毒媒介者）の単位時間あたりの発生量、拡散が発生する条件とその発生頻度（潜伏期間の長さを含む発生の間隔等）、拡散後に感染（寄生）が成立する確率（移動途中での失活、媒介者の死亡、天敵による捕食などによる損失、移動先の宿主（寄主）の有無や量、宿主の個体素因など、定着可能性を含めた生存可能性）により、まん延の可能性とその速度を推定する必要があるため、実際の推定には、病害虫種毎に異なる詳細な生物学的特性や、実際に到達する圃場周辺環境に関するデータ、もしくは、多数の過去の発生事例における発生域拡大速度の経験的データが必要となり、病害虫のケース毎に検討する必要がある。経路の評価手順としては、病害虫の生物的特徴から、対象病害虫について※8 に示した経路の構成要素のあり得る組合せを、全て洗い出し、人為的経路と自然拡散に分けて、地点同士を経路で結ぶネットワーク上の経路の要素の組合せから必要なデータを収集し、そのデータに基づき、ある経路が有するまん延のリスクを評価することになる。

※8 経路の構成要素のあり得る組合せを網羅的に検索した後、発見の状況から存在し得ない経路を除外する事で、漏れなく存在しうる経路を推定できる。

表4 有害動植物の経路推定のための経路の構成要素の階層化した一覧

1次媒体 (病原体・害虫が内部に寄生状態で運ばれる可能性があるもの)	花粉、種子、果実、塊茎塊根等地下部栄養体、莖葉部、接ぎ穂・台木・苗、植物加工品(木工品含む)、媒介生物、なし
2次媒体 (1次媒体が付着し、もしくは混入し運ばれる可能性があるもの)	空気、水、土壌、動物(媒介者含む)、植物(種子・牧草への混入含む)、植物加工品(材木等を含む)、人、機器・器具・容器、なし
3次媒体 (1・2次媒体が付着し、もしくは混入して運ばれる可能性があるもの)	空気、水、土壌、動物(媒介者含む)、植物(種子・牧草への混入含む)、植物加工品(材木等を含む)、人、機器・器具・容器、なし
移動方法	風、気流、水(流水、冠水、灌漑水、跳水)、土壌のみの移動、自律移動(飛翔・歩行等)、媒介者の自律移動、人、運搬具・乗り物
伝搬様式	花き感染(自然環境)、花き感染(人工授粉等)、種子・栄養体伝染(栽植植物)、種子・栄養体伝染(自生植物)、媒介者による接種、人為的接触感染、非人為的接触(空気感染、水媒伝染、媒介者無し)の土壌伝染、有害動物の自律的移動後の定着等)

侵入病害虫の定着の可能性の評価の流れ



※10 図6 類型期待到達量を評価するためのリスクマトリクス

経路の総合評価マトリクス

期待到達 量／経路 一本	極大	4	8	12	16
	大	3	6	9	12
	小	2	4	6	8
	極小	1	2	3	4
		限定的(1～ 5)	少数(6～ 10)	多数(11～ 100)	極めて多数 (>100)
	経路発生数／移動元				

得られる評価点に基づき、経路類型の有するリスクを比較、優先して対策を講じる類型を推定する。

2. 中課題2：新規国内侵入病害虫のまん延による経済的影響を評価する手法の開発

(1) 成果の概要

工程表	進捗状況・成果
<p>諸外国などで既に実施されている経済的影響評価の情報収集を行い、把握方法について検討する(小課題1関連)。(平成25年度)</p>	<p>獣医経済学、及び、EPPO等の先行事例の情報を踏まえて、各種経済的影響評価手法を分類した※1。さらに、決定樹分析と費用便益分析の植物疫学への適用可能性を検討し、最も適すると思われる費用便益分析の具体的な手順を整理した※2。(平成25年度)</p>
<p>経済的影響評価に使用する作物別・地域別の各種統計データ、各県の経営指標データの収集を図る(小課題2関連)。(平成25年度)</p>	<p>さらに経済的影響評価に使用する作物別、地域別の生産コスト、生産資材、労働時間などについてデータ収集※3を図った。(平成25年度)</p>
↓	↓
<p>新発生重要病害虫を対象として、経済的影響について具体的な把握項目、把握方法を検討する(小課題1関連)。(平成26年度)</p>	<p>経済的影響評価を行うために、侵入警戒している特定重要病害虫であるイモゾウムシ、及びカンキツグリーンング病を対象として実態調査を行った。費用面を中心に、イモゾウムシの根絶事業、カンキツグリーンング病緊急防除事業の経済的影響について分析し※4、具体的な把握項目と費用を整理した。(平成26年度)</p>
<p>収集した各種統計データ、経営指標データをもとに、経済的影響評価に使用可能なデータを作物ごとに整理し、データの利用可能性を検討する(小課題2関連)。(平成26年度)</p>	<p>イモゾウムシの経済被害の影響を把握するため、かんしょを中心に各種統計データを収集、整理し、データの利用可能性について検討した※5。各種統計データをもとに使用可能なデータを整理した※6。(平成26年度)</p>
↓	↓
<p>新発生重要病害虫を対象として、まん延による経済的影響の推定方法について整理し、経済的影響の評価手順を策定する(小課題1関連)。(平成27年度)</p> <p>各種統計データをもとに、複数年にわたる経済的影響の把握方法などについて検討を行う。(小課題2関連)。(平成27年度)</p>	<p>イモゾウムシの根絶事業、カンキツグリーンング病を対象として、まん延の経済的影響について費用便益分析をもとに整理を行った※7。事例調査をもとに、費用便益分析による経済的影響の推定方法について整理し、経済的影響の評価手順を策定した※8。(小課題1)(平成27年度)</p> <p>各県の経営指標を整理するとともに、費用</p>

	便益分析に必要な各種統計データについて整理した※9。システム・ダイナミクス手法を用いて、複数年にわたる経済的評価の把握方法を検討した※10。(小課題2)(平成27年度)
成果目標：新発生重要病害虫を対象として、まん延による経済的影響の評価手順を策定する。	

<成果の概要の補足>

※1：獣医経済学分野の経済的評価手法をもとに整理すると、経済的評価手法については部分査定(予算)分析、数理計画法、決定樹分析、費用便益分析等の手法があり、評価期間等によって適応可能な評価手法が分類できる。植物のPRAの場合、被害が1年以上の長期に及ぶ場合が多いため、決定樹分析、費用便益分析の適用が想定される。

		不確実性	
		考慮しない	考慮する
期間	短期	<ul style="list-style-type: none"> ・部分査定(予算)分析 ・粗利益分析 ・数理計画法 	<ul style="list-style-type: none"> ・左記に感度分析を適用 ・シミュレーション ・決定樹分析
	長期	<ul style="list-style-type: none"> ・費用便益分析 	<ul style="list-style-type: none"> ・費用便益分析に感度分析を適用 ・シミュレーション

図 経済的評価手法の分類

資料：山口・早山「経済評価の手法」『牛病学 第三版』近代出版、2013年。

※ 2 : EPPO の先行研究をもとに経済的評価のための費用便益分析について、具体的な手順を下図のように整理した。

Step	Task	内容
1	問題の定義	1.1~1.4を定義
1.1	目的	管理措置，シナリオ間の費用便益の比較
1.2	観点	社会全体 or 個別利害関係者なのか。国，地域機関，農場経営など
1.3	範囲と規模	空間的な範囲，サプライチェーン(生産～消費)の範囲。
1.4	対象期間	被害発現までの時間，施策の期間を考慮して何年とするか
2	ベースラインシナリオ	政府介入の有無や被害水準を考慮しつつ，管理措置をとらない場合をベースラインとする。
3	対応策・シナリオの選択	
3.1	利用可能な対応策を列挙	予防，化学的防除，機械的防除，移動規制などの管理措置の戦略を出す。
3.2	適切な管理措置を選択	3.1の中から費用対効果の優れるものを選択。
3.3	管理シナリオの定義づけ	3.2で特定した管理措置を含む管理シナリオを定義する。
4	管理シナリオの効果予測	病害虫管理措置の期待される効果(例:病害虫や病気の発生，空間分布の変化。影響効果の変化など)。
5	管理シナリオの費用と便益の推定	
5.1	費用と便益の同定	ベースラインとの比較にもとづき費用と便益の内容，負担者，受益者を同定。病害虫管理費用は，措置にともなう追加的な公的/私的費用。便益には，管理オプション導入の結果として回避された病害虫損失など。
5.2	直接的な費用と便益の推定	5.1で同定した(直接)費用と便益の定量化。便益を定量化するためのデータはPRAのインパクトアセスメントから導出。
5.3	間接的な費用と便益の推定	農薬の環境影響，農産物貿易，観光等，二次レベルの影響を含む。
6	費用便益の時間的側面の考慮	
6.1	費用と便益の発生する期間	費用と便益の開始時期，時間推移について，ステップ4と5の結果を組合せて推定。
6.2	年間の費用と便益の割引	比較可能にするために割引現在価値の計算。
7	意思決定基準の算出	正味現在価値NPV，費用便益比率B/C，回収期間のどれを用いるか。評価指標を用いてシナリオの順位付け，評価。
8	感度分析	感度分析によりCBAの結果の頑健性テスト。結果に影響を及ぼす変数とその程度の検討。
9	費用便益分析の結果報告	方法論，仮定，結果など。

図 経済的評価における費用便益分析の手順

資料 : H.Kehlenbeck et al. (2012). A protocol for analyzing the costs and benefits of phytosanitary measures. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 42(1),81-88をもとに修正。

※ 3 : 農産物生産費統計では米などの主穀作物を中心に 12 品目、営農類型別経営統計では野菜、果樹などの園芸部門を含めた品目、県の経営指標では地域特産作物を含めた品目について農業薬剤費、及び防除に関する労働時間などをデータベースに取りまとめた。

※4：鹿児島県指宿市のイモゾウムシの根絶事業、鹿児島県喜界町のカンキツグリーンング病の緊急防除事業の費用について分析した。

指宿市では、アリモドキゾウムシが2006年8月に、イモゾウムシが2008年11月に発生し、2012年3月に根絶に成功した。イモゾウムシの根絶事業の費用は3年間で1.3億円の費用がかかっており、費用の内訳は人件費が61%を占められていることが示された。また、鹿児島県喜界町のカンキツグリーンング病の根絶事業については、3年間での合計費用が1,740万円がかかっており、うち賃金部分が34%を占めることが示された。

※5：イモゾウムシの被害作物であるかんしょを事例として、経済影響を把握するための統計データと使用可能なデータについて、下記のように整理した。

表 経済的評価に使用可能な統計データ（かんしょを事例として）

	参考資料、統計データ	使用可能なデータ(得られるデータ)
農畜産業振興機構	鹿児島県におけるでん粉原料用さつまいもの生産状況などについて	用途別仕向け量等(鹿児島県)
	でん粉原料用かんしょ生産者交付金交付実績などについて	でん粉原料用かんしょ生産者交付金額
農林水産省	いも・でん粉に関する資料	生産量の推移、用途別仕向け量の推移等
	でん粉原料用かんしょの品目別経営安定対策Q&A	でん粉原料用かんしょ生産者交付金額
	生産農業所得統計	生産額
	作物統計(宮崎県及び鹿児島県のでん粉原料仕向けかんしょの作付面積及び収穫量)	かんしょの作付面積及び収穫量
農林水産統計	かんしょの作付面積及び収量	作付面積及び収量
鹿児島県	さつまいも通信、参考資料(鹿児島のでん粉)	用途別作付面積、生産量の推移(鹿児島県)
	鹿児島県卸売市場概要	用途別市場取引価格(鹿児島県)
	鹿児島県工業統計	関連産業(焼酎、でんぷん)出荷額、数量、事業所数等
	鹿児島県商業統計	関連産業(酒類)小売・卸売業就業者、事業所数等
宮崎県	宮崎県工業統計	関連産業(焼酎)出荷額、事業所数等
	宮崎県商業統計	関連産業(酒類)小売・卸売業就業者、事業所数、商品販売額等

※6 病害虫の被害額を算出する際に利用可能な統計を作目ごとに整理し、下の表のようにとりまとめた。

大項目	中項目	小項目	必要な項目（データ）	使用統計データ
直接的被害額	農作物への直接的影響	減収量	○収穫量、出荷量	作物統計：作況調査
		品質	×	
		商品化率	×	
		被害面積拡大	○生産面積、作付面積	作物統計：作況調査、面積調査
		農作物単価	○農産物産出額	生産農業所得統計
			○卸売価格	青果物卸売市場調査
○農産物販売価格	農作物価統計調査			
		○収穫量、出荷量	作物統計：作況調査	
間接的被害額①	対策費	追加的に発生するもの	△	経営指標データ
	波及可能性	被害発生率	×	
		国内の被害可能性面積	○生産面積、作付面積	作物統計：作況調査、面積調査
間接的被害額②	地域農業への影響	環境に与える影響	×（～△） （耕作放棄地面積）	（農林業センサス）
		観光への影響	×（～△） （直売所出荷・販売額、 観光農園経営体数）	（6次産業化総合調査）
		加工等関連作業への影響	△ 加工食品出荷額 食品製造業生産指数	工業統計 商業統計 食品生産流通統計
	国内経済への影響	輸出、輸入	△ 輸出量、食料自給率	貿易統計 食料需給表

○：入手可、△：何らかの関連データ有り、×：現時点でデータ入手不可

※7 国内検疫の事例（鹿児島県指宿市のイモゾウムシ根絶事業、鹿児島県喜界町のカンキツグリーニング病緊急防除事業）の調査結果を用いて、費用便益分析の方法を適用して複数の被害率を想定した費用便益比を算出した。

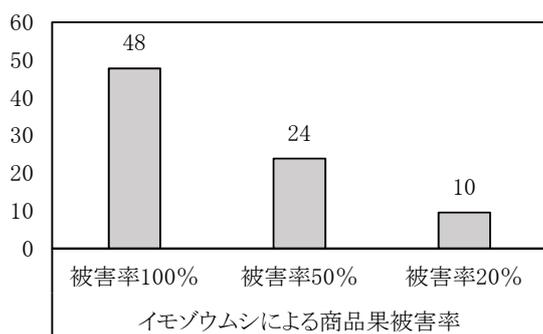


図 イモゾウムシ根絶事業の費用便益比

資料：聞き取り調査、鹿児島県資料により作成。
注：評価期間は10年、割引率は4%で計算している。

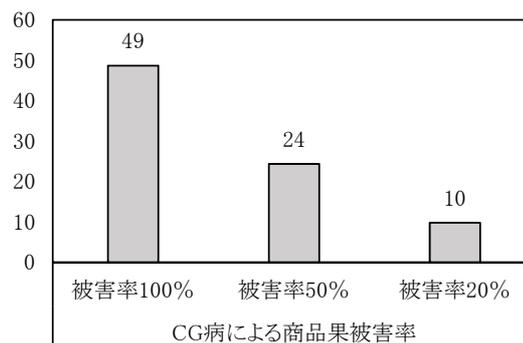
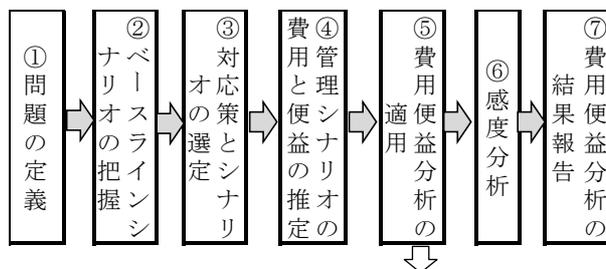


図 CG病の根絶事業の費用便益比

資料：聞き取り調査、根絶事業に関する資料より作成。
注1) 評価期間は10年、割引率は4%で計算している。
2) 対象地域は喜界島と奄美大島を含めたものである。

※8 国内検疫事業に対する経済的影響評価を行うための費用便益分析の手順について作成した。手順は7段階からなり、Microsoft Excelのワークシートに入力することで、費用便益比率などの計算が可能になるように構成されている。



割引率の設定 4% (適宜変更可能)

費用便益計算表

年次	割引率	根絶費用(緊急防除費)		根絶後の維持管理費		割引後合計費用 (D+F)	農業産出額(4力年平均)
		実額	割引後	実額	割引後		
t	$(1/i)^t$						実額
0	1		0		0	費用	
1	0.962		0		0	0	
2	0.925		0		0	0	
3	0.889		0		0	0	
20	0.456		0		0	0	
20年の場合							0
費用便益比率(CBR) 純現在価値(NPV)							

※割引率は4%として計算していますが、変更可能です。

※9 既存の統計について整理し、費用便益分析での利用可能なように整理した。

① 被害作目名	注:リストにある場合		注:リストに無い場合		類別品目名	参考統計表		基準単価 円/kg	10a当たり収量 kg/10a
	品目リスト	品目リスト	品目リスト	品目リスト		品目リスト	品目リスト		
② ①の基準単価	#N/A	円/kg		円/kg	米(水稲)	うるち玄米	217		532
③ ①の10a当たりの収量		kg/10a		kg/10a		もち玄米	227		
④ まん延範囲		10a		10a		うるち白米	329		
⑤ 被害額(全損)	#N/A	円	0	円		もち白米	356		
					小麦	小麦	56		357
					麦	はだか麦	61		278
						六条大麦	52		277
					雑穀	ビール麦(二条大麦)	136		325
						そば	276		59
					豆	大豆	125		168
						小豆	350		196
						らっかせい	476		244
						いんげんまめ(大手亡)	281		168
						いんげんまめ(金時)	337		
						かんしょ(食用)	182		2,346
						"(加工用)	40		
						"(でんぷん原料仕向け)			2,660
					いも	ばれいしょ(食用)	101		2,958
						"(加工用)	8		
						"(種子用)	68		
						きゅうり	238		4,992
						なす	278		3,248
						トマト	281		5,894
						かぼちゃ	142		1,228
						すいか	147		3,214
					果菜	いちご	891		2,910
						ピーマン	349		4,186
						メロン(アンデスメロン)	378		2,226
						"(温室メロン)	691		
						スイートコーン	183		961
						オクラ	582		

は入力
 は自動入力

※10 複数年にわたる経済的影響評価の手法として、システム・ダイナミクスを用いたモデルについて作成し、長期的な影響を図る方法について検討した。

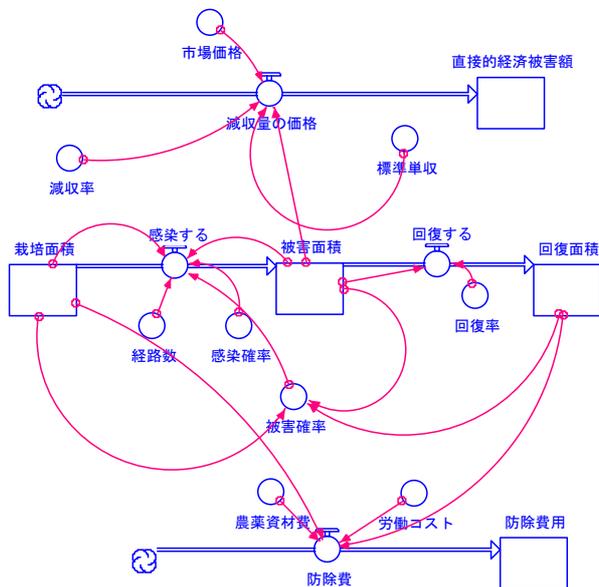


図 システム・ダイナミクスを用いた病虫害被害の経済的評価モデル

3. 中課題3：国内検疫のための重要病害虫リスクアナリシス手順の策定

(1) 成果の概要

工程表	進捗状況・成果
<p>過去の重要病害虫発生事例や先進事例を参考に、重要病害虫発生時における管理意思決定のためのフレームワークを策定する（小課題1 関連）。（平成25年）</p>	<p>重要病害虫発生時対応指針に基づき、重要病害虫発見から防除対策実施までのワークフローを整理し、リスクアナリシスの位置付けを明らかにした。また、重要病害虫指定時のリスクアナリシス情報に基づく事前評価と、実際の発生状況にもとづく事後評価からなるリスクアナリシスのフレームワークを策定した。（平成25年度）※1</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p>前年度策定したフレームワークに基づき、「定着の可能性」「まん延の可能性」「経済的影響」の評価手順のPRA 手順書への適用方法を決定する（小課題1 関連）（平成26年度）</p>	<p style="text-align: center;">↓</p> <p>基本増殖率に基づき定着の可能性を評価する場合に必要な情報と現行の手順書において定めた評価項目との関係を整理し、また、得られる結果の出力方法から、手順書の改定ではなく、別途手順として取りまとめる方針を検討した（中課題1 小課題1 の表2 参照）。さらに、ある地点である病害虫が発見されたときの、対策策定のためのリスクの推定方法として、地点ごとの静的リスク※2により、評価することとし、定着・まん延の可能性と経済的影響を統合する方法とした。</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p>既存の「PRA 手順書」に、改良した「定着の可能性」「まん延の可能性」「経済的影響」の各評価手順を盛り込み改訂（小課題1 関連）（平成27年度）</p>	<p style="text-align: center;">↓</p> <p>中課題1, 2 で作成した「定着の評価の手順」「経路の評価の手順」「費用便益分析の手順」の3つを組み合わせる重要病害虫の発生時のリスク評価を行う「重要病害虫発生時PRA 手順」※3を作成した。この手順は、「I リスク評価」と「□ 費用便益分析」に分かれ、リスク評価では、ハザードの特定からリスクの特定までを行い、費用便益分析では、実際の発生状況から費用が発生する範囲の</p>

	<p>特定のための経路と定着の評価、費用の推計、費用便益分析を行う手順とした。</p> <p>重要病害虫発生時のリスク評価手順は、具体的な対策を検討する判断材料を提供する事を目的とするため、実際の発生状況の調査結果に基づき実施する事から、輸入検疫におけるリスク評価とは一体として運営することは難しいことがわかったので、当初の目標は変更し、現行の輸入検疫向けの手順の一部評価項目を、今回作成した評価手順で置き換える事により高度化を図る事を提案するに留めた※4。</p>
<p>成果目標：輸入検疫における PRA と国内検疫における PRA を一つの手順書として高度化する。</p>	

しない条件での地点ごとのリスクを静的リスクとする。シナリオからまん延が想定される系全体の地点ごとのリスクを合計したものを静的総リスクとする。静的リスクは、その地点毎の経済的影響とその地点への入り込みの可能性の大きさ、及び、その地点での定着・まん延の可能性のマトリクスから評価する。経済的影響としての便益を中課題2の成果に基づき推定し、また、その地点への別の地点からの入り込みの可能性を中課題1の経路の到達率と定着と地点内のまん延の可能性から評価し、便益と入り込み・定着・まん延の組合せから、地点毎のリスクを評価する。このことで、緊急の調査と対策を執る優先度の高い高リスクな地点と経路を推定する。

「静的リスク」に対して、何らかの人為的管理がいずれかの地点に加わる、もしくは、情勢の変化でいずれかの経路の到達率もしくはいずれかの地点の経済的影響が変動することで、まん延過程の構造に変化が生じて、新たな経済的影響の発生があるとき発生するリスクを「動的リスク」とする。ここでは、対処方針を決めるにあたって、人為的な管理を加える前の時点での静的リスクによって、ある病害虫の発生によるリスクを評価することとする。

対象病害虫の全経路が推定できて、それらの経路と接続する全地点での影響が推定可能な情報があり、かつ、対策を実施した場合に生じる生産・流通の変化にともなう経路や影響の変化という複雑なシナリオを想定できる情報があれば、「動的リスク」を正しく推定でき、「ある対策を執ったために別の場所のリスクが著しく高まる」といったことを正しく避ける事も検討できると考える。

※3 重要病害虫発生時のPRA手順の概略と対策の優先順位つけの考え方 手順

I リスクの評価

1) ハザードの特定

病害虫種名、関連する生物学的情報、被害の特徴、伝搬方法等の情報の文書化

↓

2) 発見地点における基本的疫学情報の収集

発生地点の環境条件、栽培状況や物・人などの移動等の疫学調査に関する情報（基本的疫学情報）を、現地調査により収集し文書化

↓

3) リスクの特定*「経路の評価手順」「PRAにおける費用便益分析手順」を用いる。

1) 及び2) で収集した情報に基づき、国内に発生しうる伝搬経路と伝搬先を網羅的に類型として推定し、また、それら伝搬先に発生しうる被害を推計可能な最大値として推計し、どの様な経済的影響が起りうるかを、金額として提示する。

↓

II 「費用便益分析」

1) 費用が発生する範囲の特定*「経路の評価手順」及び「定着評価手順」を用いる。

対策が必要な経路と地点を特定する。そのために、現地調査とその情報に基づく経路の発生の確認作業を繰り返し行い、病害虫が存在する地点と拡散した可能性がある地点及びそれらの地点での定着の状況を確定する。

↓

2) 費用の推計*「PRAにおける費用便益分析手順」を用いる。

1) で確定した地点での根絶のための防除、及び、防除が完了するまでの間そこからの更なる拡散を防止するための経路の遮断により発生する費用を、ハザードに関する情報や基本的疫学情報を参考にしてシナリオに基づき推計する。

↓

3) 費用便益分析結果の文書化*「PRAにおける費用便益分析手順」を用いる。

2) で推計した費用とステージ1で推計した被害から、費用便益分析を行い、その結果及び関連する根拠となる情報を文書化する。

評価対象病害虫が確認された地点に対策をとる優先順位付けのための考え方

- 1) 一旦まん延を止めるために発生地点を移動元とする全ての経路を遮断する。
- 2) 地点類型総期待到達量の高い地点から、定着の評価結果を参考に、その地点にとりうる防除方法の内容を決める（その具体的内容は病害虫毎、地点毎に異なるためこの手順では規定しない）。

* 定着・存続が無い場合は、経路の遮断のみでその地点の発生は収束できる。曝露被害のみの場合は、その一時的な被害を防止する対策を講じる事になる。その地点における定着（流行と存続）の可能性がある場合は、根絶に必要な対策を立てる。

- 3) 各発見地点における被害調査を基に、最大にまん延した場合の被害をより現実に即した金額で推定し、発見地域全体の対策費用による費用便益分析を行うことで、定量的な経済的影響評価を行う。

* 費用便益分析後の決定は行政的な判断になる。

※ 4 輸入検疫におけるリスクアナリシス手順の具体的な高度化の方法として、以下の3つを提案する。

1. 定着の評価の高度化

現行の輸入検疫におけるリスクアナリシスの手順(平成 24 年度版 平成 25 年度改訂)において、「2 農業生産等への影響の評価 (1) 定着の可能性の評価 ア リスクアナリシスを実施する地域における潜在的検疫有害動植物の生存の可能性 (ア) 潜在的検疫有害動植物の生存の可能性」の評価において、いくつかの生活環の維持に関する要件の一つでも満たす場合は「定着の可能性有り」とし、満たさない場合は「定着の可能性なし」として評価中止としていた。この「生存の可能性」の有無の判定部

分を、今回作成した「定着のリスク評価手順」で置き換える事で、定着の要件を更に詳細に示し、それらを組み合わせた評価によりクラス分類として結果を出力する新たな定着の評価手順として高度化できる。手順としては複雑になるが、侵入の可能性を、従来法と同様に「定着の可能性の有無」としても評価出来る事に加えて、「定着の可能性なし」と判定した場合の一時的な作物への被害の発生の可能性について入り込みが生じる場所の条件に応じた、よりきめの細かい評価が可能となる。

2. まん延・入り込みの評価の高度化

今回作成したの「経路の評価手順」における類型期待到達量のマトリクスによる評価を、現行のリスクアナリシス手順書における「2 農業生産等への影響の評価（2）まん延の可能性の評価ア（ア）～イ」としてそのまま置き換える事で、国内のまん延の経路にかかる項目の関係性を考慮したシナリオとして評価出来るようになり、現行の手順書に比べてまん延の経路の構成要素の関係性を反映した、より現実に即した「まん延の可能性」の評価が可能となる。さらに、「入り込み」の評価手順も現行手順書の「（2）輸送中又は貯蔵中の生き残りの可能性」および「（3）好適寄主または宿主への移動の可能性イ輸入品目からの自然分散の可能性」の評価手順を、この経路の評価手順で置き換える事が可能で、現在の手順で考慮していない栽植用植物（種苗・栄養繁殖体）における伝搬率や、ハザードと経路の性質による商品からの国内での宿主への到達の可能性の違いを考慮した、「経路を開始点とする輸入検疫向けのリスクアナリシス」に準じた入り込みの可能性の評価が可能となる。

3. 費用便益分析手順

この手順を、対策の費用便益分析が実施可能な、侵入予想地域と対象とする生産物が狭く限定できる場合（たとえば、国内の特定の気候帯に属する地域の特定の作物に対する影響など）、具体的な金額を用いて定量的に経済的影響を評価するための付属文書として活用できる。

Ⅲ. 主要な成果

1. 成果の内容

1) 重要病害虫の国内における定着の可能性評価手順の策定

重要病害虫が発見された際の発見地点での防除対策や未発見地点で取るべき対策の意思決定を支援するために、その地点における環境条件と評価の対象とする重要病害虫の生物学的性質にもとづき、損地点における定着の可能性と有用植物に被害が生じる可能性を組み合わせたクラス分類により、定着のリスクを評価する手順を策定した。(p 8, p 1 6)

2) 経路の評価手順の策定

重要病害虫が発見された際に、その病害虫がまん延する可能性がある経路に取るべき対策の意思決定を支援するために、その病害虫がある定着地点から別の地点へ移動する経路の種類と発生する可能性および経路ごとのまん延速度に及ぼす影響を、病害虫が移動する経路を構成する要素から評価する手順を策定した。(p 9, p 1 7)

3) PRA における費用便益分析の手順の策定

重要病害虫が発見された際にとられる緊急防除等の対策の実施の意思決定を支援するために、重要病害虫発生時の対策に必要な費用とその対策により得られる便益それぞれの積算から公的防除対策の費用便益分析を行う手順を策定した。(p 1 8, p 2 4)

4) 重要病害虫発生時のリスクアナリシス手順の策定

重要病害虫が国内で発生した際の対策の意思決定を支援するために、上記 1) から 3) の手順を組み合わせることで、対象とする病害虫が発見された事態から国内に生じるリスクを評価する手順を策定した。(p 2 6, p 2 9)。

2. 成果の活用

現時点での活用は、無し。

Ⅳ. 論文、特許等の実績及び推進会議の開催状況等

別紙のとおり

論文、特許等の実績及び研究推進会議開催状況等

試験研究課題名	新規国内侵入病害虫対策のためのリスクアナリシスの実施手順の確立
---------	---------------------------------

課題番号	(1) 行政が活用しうる成果の有無	(2) 学術論文数		(3) 口頭発表回数		(4) 出版図書数	(5) 国内特許権等数		(6) 国際特許権等数		(7) 報道件数	物品購入の有無	研究推進会議等開催回数
		和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得			
2507	有	1	1	7	3	0	0	0	0	0	0	無	12

※以下、(1)～(7)において、下線は平成27年度の実績

(1) 行政が活用しうる成果

区分: ①行政がすでに活用した成果、②行政が活用する目途がたった成果

区分	成果の内容	主な利用場面	活用状況	機関名
②	重要病害虫の国内における定着の可能性評価手順の策定	重要病害虫発生時対応指針に基づく対策会議とその事前調査、及び、輸入検疫における病害虫リスクアナリシス	病害虫リスクアナリシスの実施に関する手順書に盛り込む方向で検討中	中央農業総合研究センター
②	経路の評価手順の策定	重要病害虫発生時対応指針に基づく対策会議とその事前調査、及び、輸入検疫における病害虫リスクアナリシス	病害虫リスクアナリシスの実施に関する手順書に盛り込む方向で検討中	中央農業総合研究センター
②	PRAにおける費用便益分析手順の策定	重要病害虫発生時対応指針に基づく対策会議及びその事前調査における病害虫リスクアナリシス	重要病害虫発生時のリスクアナリシスへの活用を検討中	中央農業総合研究センター
②	重要病害虫発生時のリスクアナリシス手順の策定	重要病害虫発生時対応指針に基づく対策会議及びその事前調査における病害虫リスクアナリシス	重要病害虫発生時のリスクアナリシスへの活用を検討中	中央農業総合研究センター

(2) 学術論文

タイトル、著者名、学会誌名、巻、ページ、発行年月	機関名
Detection of <i>Pantoea stewartii</i> from sweet corn leaves by loop-mediated isothermal amplification (LAMP), Uematsu H., Inoue Y., Ohto Y., <i>Journal of General Plant Pathology</i> 81(3)173-179 平成27年5月	中央農業総合研究センター
侵入病害虫に対する国内検疫の経済的評価に関する考察—ケーススタディに基づく費用便益分析から—、澤田守・佐藤正衛・宮武恭一・松本浩一・菅野雅之、 <i>関東東海北陸農業経営研究</i> 106、53-58 平成28年2月	中央農業総合研究センター

(3) 口頭発表

タイトル、発表者名、学会等名、発表年月	機関名
「Components of epidemic parameters systematized with the invasion condition in rice stripe disease」、鈴木清樹・柴卓也・上松寛・関本茂行・大藤泰雄、11th International Epidemiology Workshop(北京市中国農業大学)、平成25年8月25日	中央農業総合研究センター
Interceptions of Heterodera species at Japanese import plant quarantine and species identification. Shigeyuki SEKIMOTO, Taketo UEHARA, Takayuki MIZUKUBO and Yasuo OHTO. EFSA/EPPO joint workshop "Data collection and information sharing in plant health" Parma, Italy. 2014. April 1-3.	中央農業総合研究センター
「日本の輸入植物検疫制度における病害虫リスクアナリシス(PRA)」、大藤泰雄、鈴木清樹、上松寛、関本茂行、日本植物病理学会、平成26年6月4日	中央農業総合研究センター
病害虫リスクアナリシスのための時空間的マルチスケールでみた作物病害虫の侵入段階、鈴木清樹・大藤泰雄、日本植物病理学会、平成26年6月4日	中央農業総合研究センター
An Application of Invasion conditions Derived from Epidemic Models into the Framework of Pest Risk Analysis in a Plant Quarantine. Sayaki U Suzuki, The Joint Annual Meeting of the Japanese Society for Mathematical Biology and The Society for Mathematical Biology (JSMB/MSB) Osaka 2014, July 29th 2014	中央農業総合研究センター
「基本再生産数を起点とした作物病害虫の侵入リスク評価手順」、鈴木清樹・大藤泰雄、第62回日本生態学会大会、平成27年3月18日～3月22日 場所:鹿児島大学郡元キャンパス	中央農業総合研究センター
侵入病害虫のリスク評価における初期増加と存続条件を用いたクラス分類手法、鈴木清樹、大藤泰雄、平成27年度日本植物病理学会関東部会(日本植物病理学会)、2015年10月	中央農業総合研究センター
病害虫の定着における侵入条件と存続条件の組合せによる疫学的パターンの分類手法、鈴木清樹・大藤泰雄、平成28年度日本植物病理学会大会(岡山市) 平成28年3月23日	中央農業総合研究センター
経路を開始点とする新たに入り込んだ病害虫のまん延のリスク評価の枠組み、大藤泰雄・鈴木清樹、平成28年度日本植物病理学会大会(岡山市) 平成28年3月23日	中央農業総合研究センター

侵入病害虫に対する国内検疫の経済的評価に関する考察、澤田守・佐藤正衛・宮武恭一・松本浩一・菅野雅之、平成27年度関東東海北陸農業経営研究会研究大会（つくば市）平成27年7月17日	中央農業総合研究センター

(4) 出版図書

区分:①出版著書、②雑誌、③年報、④広報誌、⑤その他

区分	著書名、(タイトル)、著者名、出版社名、発行年月	機関名

(5) 国内特許権等

特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	特許権等の種類	番号	出願年月日	取得年月日	機関名

(6) 国際特許権等

特許権等の名称	発明者	権利者 (出願人等)	特許権等の種類	番号	出願年月日	取得年月日	機関名

(7) 報道件数

区分: ①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映

区分	記事等の名称	掲載紙・放送社名	年月日	機関名	備考