

Weed Risk Assessment Systems as a Tool to Conserve Endemic Ecosystems of the Bonin (Ogasawara) Islands

Hidetoshi Kato

Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University
Minami-Ohsawa 1-1, Hachioji, Tokyo, 192-0397, Japan

Abstract

Ecosystems of the Bonin (Ogasawara) Islands have been greatly affected by invasive species. Moreover, it is likely that additional pest plants will be introduced and become established. The weed risk assessment (WRA) systems for predicting potential pest plants have been developed for the non-indigenous floras of Australia and New Zealand. The Hawaiian WRA system, which is a modification of the Australian and New Zealand system, successfully identified most pest plants and many non-pest plants in the Bonin Islands; therefore, it is applicable for assessing the invasiveness of each plant species prior to introduction to the Islands, and thereby provides a rationale to impose a regional quarantine. The accumulated information of assessed species, especially biological characteristics, could be useful for the adequate management of introduced plant species.

Aside from risk assessment of the species that have not yet been introduced in an area, risk assessment could be done for prioritizing control and/or eradication programs of invasive plants that are already present in an area. The New Zealand Department of Conservation has developed and implemented two methods for managing invasive weeds: weed-led control and site-led control. The weed-led control method has been used to determine priorities for eradicating or containing a species within a defined area, at an early stage of establishment. The site-led control method aims at protecting the high conservation values of particular places, based upon the biodiversity values, the level and urgency of threat, the weed species present, and the practicality of control. A comprehensive and objective risk assessment system will allow us to refine weed management plan and make rational use of the limited funds available for conservation action.

小笠原諸島の固有生態系保全のための外来植物リスク評価システム について

加藤 英寿（首都大学東京・牧野標本館）

I. はじめに

外来種による生態系への影響は、小笠原諸島やハワイ・ガラパゴスなど世界中の大洋島において、極めて深刻な問題となっている。大洋島は大陸に比べて生物種の数少なく、特定の分類群に偏っているため、生態的に空いたニッチが多く存在し、外来生物が侵入しやすい条件を備えている。しかも島の生物は、外来種に比べて繁殖力や競争力が劣り、外敵に対する耐性を欠如していることが多いため、外来生物による攪乱に対して極めて脆弱である。

小笠原諸島には1830年に最初の定住者が入植して以来、人為的に導入された維管束植物は150種を超える（Kobayashi & Ono, 1987）。このうち、トクサバモクマオウ（モクマオウ科）やアカギ（トウダイグサ科）、ギンネム（別名ギンゴウカン、マメ科）、シマグワ（クワ科）、ガジュマル（クワ科）、キバンジロウ（フトモモ科）など20種以上の外来植物が在来生態系を脅かす侵入種となっている。これらの外来種問題を解決するためには、以下のように外来種の導入から野生化、生態系への侵入に至る段階に応じた施策を検討・実施する必要がある。

- (1) 導入前：予防
- (2) 導入直後：野生化の早期発見・有害性の迅速な評価・徹底した管理
- (3) 侵入後：抑制・拡散の防止・排除

周りを海に囲まれた島嶼地域は、有害な外来種の侵入防除や管理が比較的容易であり、排除後の効果の持続性も高いという点で、上記の外来種対策に取り組むべき意義は大きい。本稿では、外来植物の侵入防除と排除・抑制への取り組み方について、これまでの研究や海外の事例を紹介し、今後の外来植物管理への指針を提供することを目的とする。

II. 用語の定義

外来生物に関する用語は非常に数多く、しばしば混乱や誤解を生じることがある（Richardson *et al.*, 2000）。本稿では、本来の生息地以外から意図的・非意図的に人為的に持ち込まれた植物を「外来植物」（alien plant）と定義し、在来

の生物多様性を脅かす外来植物を「侵入植物」(invasive alien plant)と呼ぶ。英語の“weed”は、在来種・外来種を問わず、環境・経済面において負の影響をもたらす有害な植物に用いられる用語である。“weed”は日本語では通常「雑草」と訳されるが、本来の意味では木本と草本を含むため、「雑草」の訳語は不適切と思われる。ここでは便宜的に“weed”を「有害植物」、「weediness」は「有害性」と訳すが、この訳語に関してはまだ一般的にコンセンサスが得られていないことに注意が必要である。

III. 導入前：予防措置

外来種問題において、最も安価かつ効果的な対策は、島外から生物を持ち込まないことである。しかし人間がその場所で生活している以上、生物の持ち込みは避けられないことが多い。例えば、農林園芸業に用いられている植物や街路樹などの緑化植物は、島民の生活基盤を支えるものであり、すべての外来植物の持ち込みを禁止することは不可能であろう。一方、小笠原の生態系において侵入種として問題になっている植物種のほとんどは、有用植物として意図的に導入されたものであり、導入前にはこれほど深刻な事態を引き起こすことは予測されていなかったと思われる。このような有害性を事前にあらかじめ予測することができれば、対象となる外来植物種の島への持ち込みを制限したり、あるいは野生化を防ぐための管理を徹底するなどの対策も可能となるはずである。

近年、世界中で外来種問題への様々な取り組みが急速に進展し、各地で問題を引き起こしている侵入種に関する情報を、インターネットなどを通して容易に入手することができるようになった。これらの情報は、新たな地域への侵入種の導入を未然に防ぐ上で、非常に役立つものである。

有害植物リスク評価 (weed risk assessment、略して WRA) と呼ばれるシステムは、ある地域に導入を検討している植物が、導入後に様々な環境に侵入する危険性を、既存の情報からあらかじめ予測することを目的とするものであり、これまでに様々なモデルが考案されている (Groves *et al.*, 2001)。このうち、Pheloung *et al.* (1999) の WRA システムは汎用性が高く、オーストラリアとニュージーランドの植物検疫において実際に活用されている。このシステムは、導入対象となっている分類群について、他の地域での侵入実績や生物学的な特性に関する 49 の設問に yes/no または数値で答え、個々の回答に与えられた評点の集計点で、侵入種となる危険性を「導入可」・「要調査」・「導入不可」の 3 段階に判定する方法

である(表1)。情報不足などにより一部の設問に回答できなくても評価が可能であり、ハワイなどの大洋島でも設問や評点を多少変更するだけで活用できることが示されている(Daehler & Carino, 2000)。さらに Daehler *et al.* (2004) は、このシステムの判定結果が「要調査」となった分類群について、決定樹(図1)を用いて2次評価を実施することにより、「導入可」または「導入不可」の判定率を向上させることを示した。

亜熱帯性気候に属する小笠原諸島は、ハワイと気候環境が類似していると考えられることから、Daehler *et al.* (2004) によってハワイ用に改変された WRA システムを直接適用できることが期待される。そこで筆者らは、本システムの小笠原における有効性を検証するため、過去に小笠原に意図的に導入された植物種130種について1次評価(表1)を実施し、「要調査」と判定された種については2次評価(図1)を実施した(循環論をさけるため、回答の根拠に小笠原の情報は含めていない)。そしてリスク評価とは独立に、同じ130種について小笠原の植物や自然の現状に詳しい地元の専門家数名から聞き取り調査を行い、小笠原への生態系への影響を「有害」・「弱有害」・「無害」の3段階にそれぞれ判別して頂いた。リスク評価による判定と専門家の意見を相互に比較した結果、小笠原の生態系にとって「有害」と考えられた種のほとんどが「導入不可」もしくは「要調査」と判定され、「無害」と考えられた種の半数以上が「導入可」と判定された(Kato *et al.*, 印刷中)。このことから本システムを、小笠原への外来植物の導入における検疫システムとして活用することにより、新たな侵入種のリスクを減らすことが出来ると期待される。

ただし、本システムで注意しなければならないのは、各設問に対する判定基準が曖昧なために、評価者によって判定結果が変わりうることである。リスク評価は客観性と透明性が前提であり、評価精度を高めるためにも、各設問の意味と判断基準を明確に定め(付録)、各回答の根拠となった情報源も併せて記録すべきである。評価者も一人ではなく、複数の異なる分野(生態学・分類学・農学など)の専門家から構成されている方が、多くの情報を集めることが出来るだろう。また回答数が少ないほど誤判定を導きやすいことがシミュレーションにより示唆されており(Hata *et al.*, 準備中)、情報が不足している分類群の場合、判定結果の信頼性が低いことに注意しなければならない。研究の進展に伴って新たな情報が追加されることにより、判定結果が変わる可能性もある。

また、1次評価の評点集計点は、ほとんどが侵入実績の設問によって決まって

表1 Pheloung *et al.* (1999)及び Daehler & Carino (2000)をもとに、小笠原諸島用に改変された WRA システムの設問表 (Kato *et al.*, 印刷中)。各設問にイエス(y)・ノー(n)または数値で回答し、評点の合計値で導入の可否を判定する。一部に回答できない設問があっても判定は可能だが、回答数が多い方がより正確な判定結果が得られる。各設問の解説は付録を参照。

| A. 生物地理／歴史 | | 番号・設問 | 評点 |
|--|-------------------------------------|------------------------------|----|
| 1 栽培植物化 | 1.01 栽培植物化されたものか？ no の場合は 2.01 へ | y=-3、 n=0 | |
| | 1.02 栽培された場所で野生化した事例はあるか？ | y=1、 n=-1 | |
| | 1.03 種内に有害性系統はあるか？ | y=1、 n=-1 | |
| 2 気候と分布 | 2.01 熱帯・亜熱帯気候に適しているか？ | 低=0、中=1、高=2 | |
| | 2.02 気候適合性の信頼度 | 低=0、中=1、高=2 | |
| | 2.03 気候への適応性は広いか？ | y=1、 n=0 | |
| | 2.04 熱帯・亜熱帯地域に自生または野生化しているか？ | y=1、 n=0 | |
| | 2.05 自生分布域外に繰り返し導入されたことがあるか？ | y=-2、 ?=-1、 n=0 | |
| 3 他地域での侵入状況 (2.01 と 2.02 の 評点によって重み 付けが変わる) | 3.01 自生分布域外に野生化したことがあるか？ | y = 1×乗数(左表参照) n=2.05 の評点 | |
| | 3.02 庭／行楽施設／攪乱地の有害植物か？ | y = 1×乗数(左表参照)、 n=0 | |
| | 3.03 農地／林地／園芸地における有害植物か？ | y = 2×乗数(左表参照)、 n=0 | |
| | 3.04 自然環境中の有害植物か？ | y = 2×乗数(左表参照)、 n=0 | |
| | 3.05 同属に有害植物があるか？ | y = 1×乗数(左表参照)、 n=0 | |

| | | | |
|---------|---------|-----|-----|
| | 設問 2.01 | | |
| | 0 | 1 | 2 |
| 設問 2.02 | 0 | 2 | 2 |
| | 1 | 1 | 1.5 |
| | 2 | 0.5 | 1 |

表 1 (続き)

| B. 生物学／生態学 | | |
|------------|------------------------------|----------|
| 4 好ましくない特性 | 4.01 棘・針・節を持つか？ | y=1、n=0 |
| | 4.02 アレロパシー作用を持つか？ | y=1、n=0 |
| | 4.03 寄生植物か？ | y=1、n=0 |
| | 4.04 草食動物（家畜）の嗜好性が劣るか？ | y=1、n=-1 |
| | 4.05 動物に対して毒性があるか？ | y=1、n=0 |
| | 4.06 害虫や病原体の宿主か？ | y=1、n=0 |
| | 4.07 人体への毒性またはアレルギーの原因となるか？ | y=1、n=0 |
| | 4.08 在来生態系に火災の危険をもたらすか？ | y=1、n=0 |
| | 4.09 生活史の中で耐陰性を有するか？ | y=1、n=0 |
| | 4.10 広範な土壌条件でも生育できるか？ | y=1、n=0 |
| | 4.11 つる性または他の植物を覆い尽くす性質を持つか？ | y=1、n=0 |
| | 4.12 密生した藪を形成するか？ | y=1、n=0 |
| 5 植物のタイプ | 5.01 水生植物か？ | y=5、n=0 |
| | 5.02 イネ科植物か？ | y=1、n=0 |
| | 5.03 窒素固定を行う木本植物か？ | y=1、n=0 |
| | 5.04 地中植物か？ | y=1、n=0 |
| 6 繁殖様式 | 6.01 自生地で繁殖不成功が確認された証拠があるか？ | y=1、n=0 |
| | 6.02 発芽能力のある種子を生産するか？ | y=1、n=-1 |
| | 6.03 自生種・在来系統と交雑するか？ | y=1、n=-1 |
| | 6.04 自家和合性はあるか？ | y=1、n=-1 |

表 1 (続き)

| | | |
|---------------------------------|--|---------------------|
| | 6.05 特定の花粉媒介者を必要とするか？ | y=-1、n=0 |
| | 6.06 栄養繁殖を行うか？ | y=1、n=-1 |
| | 6.07 繁殖開始までの最短時間（年） | 1年=1、2～3年=0、4年以上=-1 |
| 7 散布様式 | 7.01 繁殖体は非意図的に散布されるか？ | y=1、n=-1 |
| | 7.02 散布体は人によって意図的に散布されるか？ | y=1、n=-1 |
| | 7.03 繁殖体は生産物に混入して散布されるか？ | y=1、n=-1 |
| | 7.04 繁殖体は風散布か？ | y=1、n=-1 |
| | 7.05 繁殖体は水散布か？ | y=1、n=-1 |
| | 7.06 繁殖体は鳥散布か？ | y=1、n=-1 |
| | 7.07 散布体は動物の体表に付着して散布されるか？ | y=1、n=-1 |
| | 7.08 散布体は動物の排泄物とともに散布されるか？ | y=1、n=-1 |
| 8 持続性に関する特性 | 8.01 大量の種子を生産するか (>1000 粒/m ²) | y=1、n=-1 |
| | 8.02 2年以上にわたりシードバンクを形成するか？ | y=1、n=-1 |
| | 8.03 除草剤で管理できるか？ | y=-1、n=1 |
| | 8.04 切断や耕起、火入れに耐性があるか？ | y=1、n=-1 |
| | 8.05 小笠原に効果的な在来为天敵が生息するか？ | y=-1、n=1 |
| 評点の合計値：1 > 導入可、1～6 要調査、6 < 導入不可 | | |

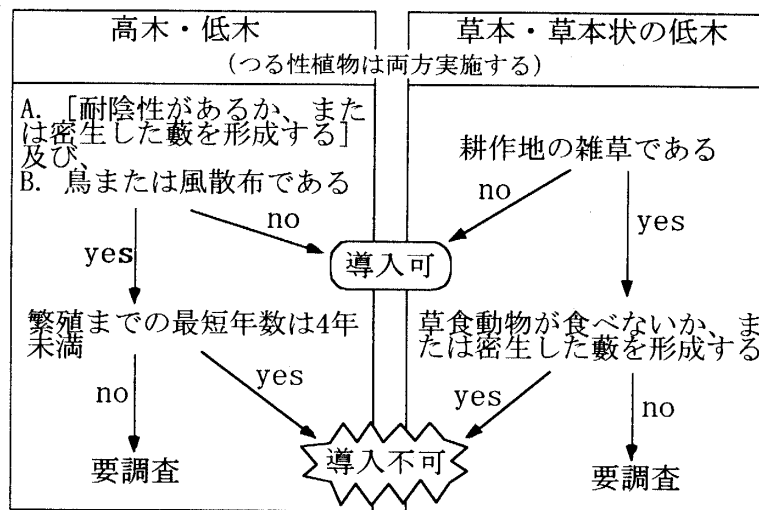


図1 1次評価(表1)で「要調査」と判定された種について実施される2次評価用の決定樹 [Daehler *et al.* (2004)を改変]。これにより「要調査」種の約半数を「導入可」または「導入不可」に振り分けることが出来る (Kato *et al.*, 印刷中)。

いることが統計的に示唆されている (Koike & Kato, 印刷中)。実際に 49 もの設問に回答するためには、情報収集に膨大な時間が必要であり、筆者の経験から 1 種を判定するために 5 時間以上を要した。このことから、判定結果のみを得ることが目的であれば、侵入実績のある分類群については、生態的特性に関する設問をより簡略化したシステムを新たに構築することも考えられる。しかし本システムの意義は、単なる判定結果だけでなく、各設問の回答とその情報源が記入された設問票そのものが対象種の情報データベースとなり、導入前の判断材料や導入直後の管理対策にも活用できることである。これらの情報を生かすために、得られた結果をインターネットなどを通して可能な限り公開していくことが望ましいと考えている。

以上の点をまとめると、この WRA システムを活用するに当たっては、少なくとも下記の点に留意する必要がある。

- (1) 判定基準を明確に記述し、評価者の間での意見の相違をできる限り少なくする
- (2) 生態学・農学・分類学など、異なる分野の複数の専門家が評価を行い、結果

を取りまとめる

(3) 評価結果を、各設問の回答の根拠となった情報源とともに公表する

(4) 常に新規情報の探索・蓄積に努め、必要に応じて再評価や対策の見直しを行う

IV. 導入後の外来植物対策について

導入前の予防対策に比べて、既に導入されて問題となっている外来種を排除・抑制するためには、多大な費用や労力・時間が必要となる。限られた予算と労力を最大限に生かし、可能な限り効率的・効果的な外来種排除・抑制を実施することが求められる。この際に管理手法や対策の優先順位を決める際の選択基準として、リスク評価システムを活用することが想定される。ただしこの場合は、その地域の生態系の特性や重要性、外来種の分布状態などの生物学的要素に加え、対策にかかるコストや実現可能性（土地所有者の協力が得られるか）などの非生物学的要素も関わるため、前述のシステムでは不十分である。そのため、このような既存の外来植物を対象とした WRA モデルが既にいくつか考案されている (Groves *et al.*, 2001; Williams & Newfield, 2002)。

外来種問題に対して先進的な取り組みを行っているニュージーランド環境保護省 (Department of Conservation) では、国内の保全地域において、“Weed-led Control” と “Site-led Control” の二つのシステムを活用して、外来植物対策に関連する事業方針を定めている (Timmins & Owen, 2001)。“Weed-led Control” は、ある限られた地域内において、排除または抑制すべき侵入種の優先順位を決定するモデルである（ここでは「有害植物主導管理」と訳す）。それに対して “Site-led Control” は、侵入種問題が生じている複数の地域の中から、生物多様性の重要性や対策の緊急性などに基づいて保全地域の優先順位を定めるモデルである（ここでは「地域主導管理」と訳す）。以下にこれらのシステムについて、Timmins & Owen (2001) をもとに概説する。

1. 有害植物主導管理 (Weed-led Control) システム

このシステムによる評価作業の流れは、以下の通りである。

(I) 事業可能性の評価 (図2)

対象種が本システムに基づいた事業の可能性の基準を満たすかどうかを、フローチャートにより評価する。ここでは、対象種の危険性や排除・抑制手法の有効

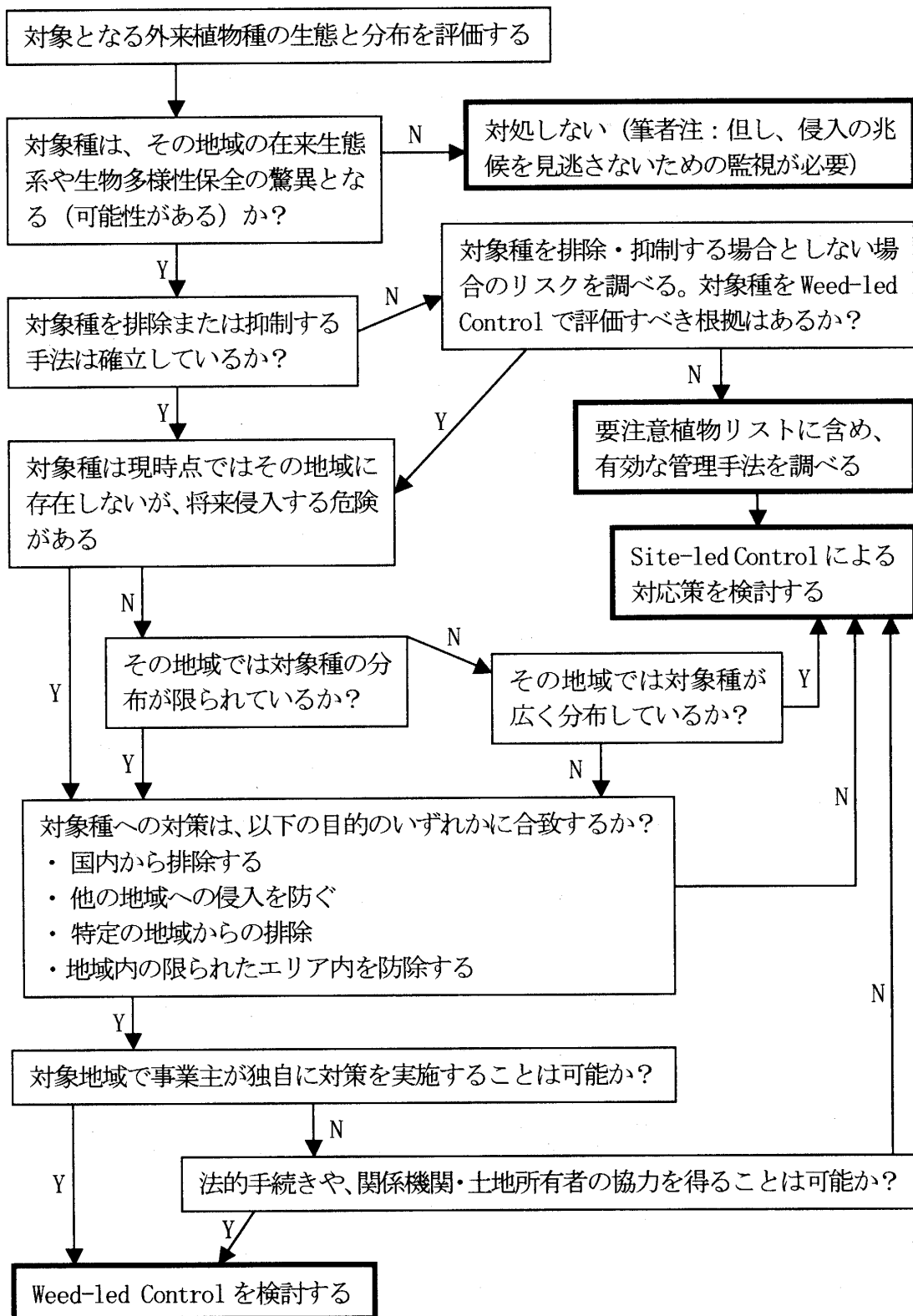


図2 有害植物主導管理 (Weed-led Control) による事業の可能性を事前に確認するためのフローチャート [Timmins & Owen (2001) より]

性、現在の分布、そして土地所有者や関係機関の協力が得られる見込みなどについて問われている。

(II) 生物学的特性の評価 (表 2)

対象種の生物学的特性 (種子の特徴や分散能力・成長速度など、侵略性に関わる 6 つの設問) について、その判定基準をもとに各評点の集計点を算出する。

(III) 生態系影響力の評価 (表 3)

対象種が在来の生物群集に及ぼす影響を、3 つの設問から評価し、各評点の集計点を算出する。対象種の影響は地域や生物群集のタイプにより異なることが考えられるが、ここでは最も強い影響を及ぼす場合を想定して判定する。

(IV) 有害性評点に基づくグループ分け (表 4)

上記の生物学的特性と生態系影響力の評点を元に、下記の式から有害性評点 (Weediness Score) を算出し、表 4 に従って A～D の 4 つの有害性グループ (Weediness Group) に分類する。

$$\text{有害性評点} = \text{生物学的特性評点} + (2 \times \text{生態系影響力評点})$$

なお生態系影響力評点を 2 倍するのは、生物学的特性が 6 設問であるのに対し、生態系影響力は 3 設問であることによる。

(V) 実行可能性評点 (Practicality of Control Score) の評価 (図 3)

事業計画地域において、対象種の管理 (排除・抑制) の実行可能性を、図 3 のフローチャートによって評価し、実行可能性評点 (10～3 の値) を決定する。

(VI) 有害植物の管理優先順位 (Priority for Funding) (表 5)

(IV) の有害性グループ (A～D) と (V) の実行可能性評点を組み合わせ、表 5 に従って、対象種の管理優先順位 (4 段階) を決定する。

2. 地域主導管理 (Site-led Control) システム

保全すべき地域の優先順位を定める地域主導管理システムは、前述の有害植物主導管理システムよりもさらに複雑となり、以下の 5 つの指針に基づいて優先順位が決定される。

(I) 対象地域の優先順位評点 (Priority Ranking Score) を、以下の 1～6 の過程を経て算出する

(1) 植物学的重要性 (Botanical Value) の評価

対象地域の植物学的重要性を、最高評点 6 (全国的に重要) ～最低評点 1 (潜在的重要性がある) の 6 段階で評価する。詳細は Timmins & Owen (2001)

表2 外来植物種の生物学的特性 (Biological Attribute) を評価する際の基準と評点
[Timmins & Owen (2001) より]

| 生物学的特性 | 判断基準と評点 | | | |
|-------------|---------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 成熟速度 | | 結実まで3年以上、または成長が非常に遅い | 2～3年以内に結実、または成長速度は中位 | 1年以内に結実、または成長が非常に早い |
| 結実数 | 結実しない | 少ない | 個体当たり100～1000粒 | 個体当たり1000粒以上 |
| シードバンクの生存期間 | 結実しない | 1年以内 | 推定1～5年 | 推定5年以上 |
| 散布体の拡散能力 | 拡散しない | 重力または人間活動によって拡散 | 風または水によって拡散 | 種子が軽くて遠くに風散布されるか、鳥や動物によって広く拡散 |
| 定着能力及び成長速度 | | 馴化しにくく、成長も遅い | 馴化しにくく成長が早い、または馴化しやすく成長が遅い | 馴化しやすく成長も早い |
| 栄養繁殖 | 栄養繁殖しない | あまり行なわない | 茎が倒れたり吸枝を出すことによって徐々に広がる | 匍匐枝や根茎、珠芽など栄養繁殖によって広く拡散 |

表3 外来植物種の生態系影響力 (Impact on Native Communities) を評価するための基準と評点 [Timmins & Owen (2001) より]

| 生態系影響力 | 判断基準と評点 | | | |
|--------------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 陸上の在来生物群集の種組成や構造（個体数や密度など）への影響 | 優占種に構造的な影響を及ぼさない | 優占種の組成に僅かな変化をもたらすが、基本的構造は変化無し | 群集の組成や構造に多少の影響を及ぼす | 群集の組成や構造に多大な影響を及ぼす |
| 在来種の更新を抑制するか | 全く影響は無い | 一部の種に多少の影響を及ぼす | 一部の種に重大な影響を及ぼすか、または優占種に多少の影響を及ぼす | 多くの種に重大な影響を及ぼすか、または優占種に重大な影響を及ぼす |
| 外来植物種の持続性 | 持続しない | 寿命は5年未満 | 寿命は5～50年 | 寿命は50年を超えるか、または長期持続性の単一植生を形成する |

表4 有害性評点 (Weediness Score) *に基づく有害性グループ (Weediness Group) の分類 [Timmins & Owen (2001) より]

| 有害性グループ | 有害性評点 |
|---------|-------|
| A | 29-36 |
| B | 26-28 |
| C | 21-25 |
| D | ≤20 |

*有害性評点 = 生物学的特性評点 + (2 × 生態系影響力評点)

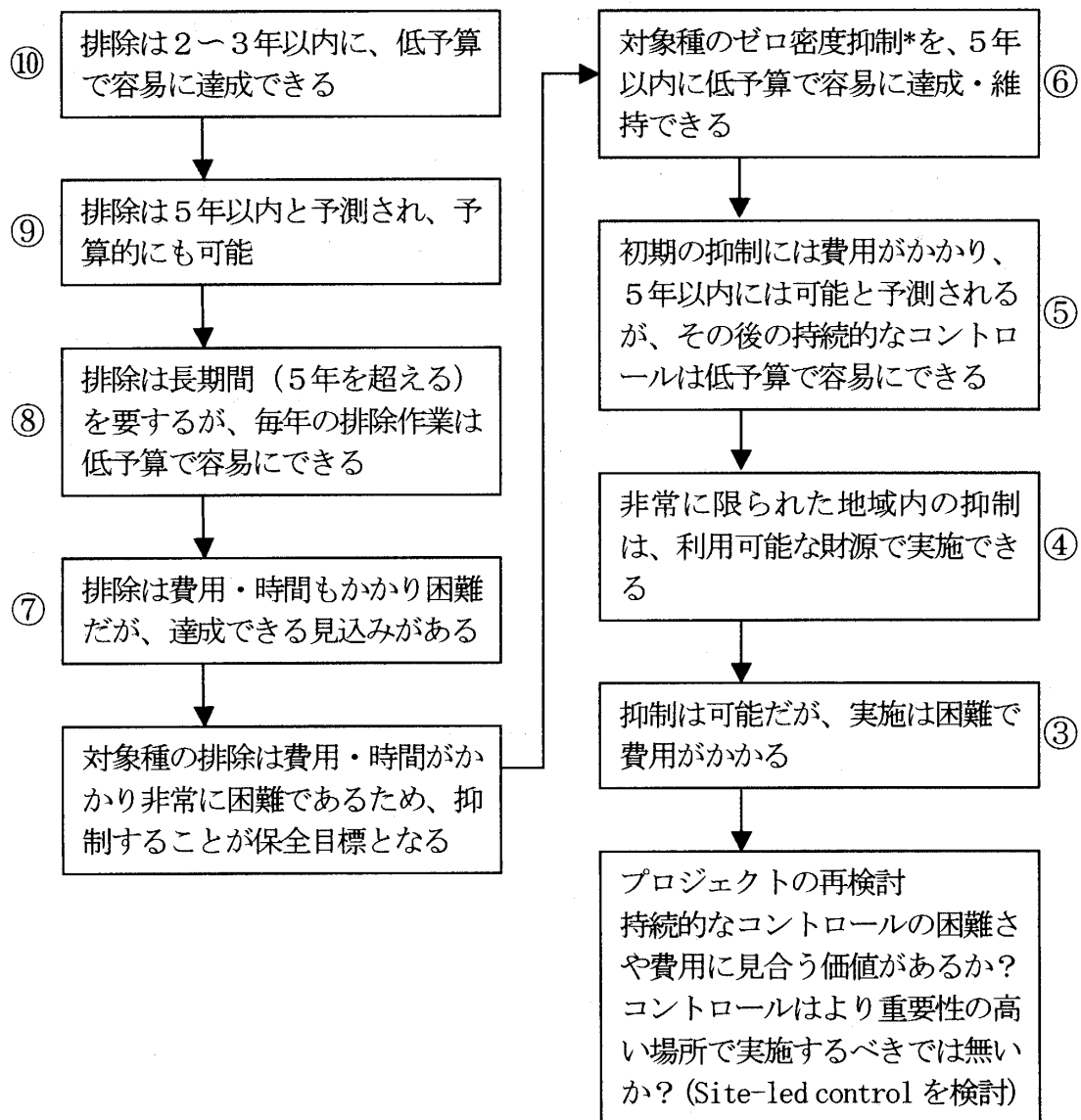


図3 対象地域において外来植物コントロールの実行可能性を評価するためのフローチャート [Timmins & Owen (2001) より]。

*ゼロ密度抑制：シードバンクや幼個体を完全排除することは難しいが、繁殖可能な成熟個体が存在しない状態になるまで排除し続けること

表5 表4と図3の結果の組み合わせに基づく有害植物主導管理 (Weed-led Control) の優先度 [Timmins & Owen (2001) より]

| 優先度 | 優先順位 (表4と図3の結果) |
|-------|--------------------------------|
| 非常に高い | A6-A10 ; B7-B10 |
| 高い | A4 ; A5 ; B6 ; C6-C10 ; D7-D10 |
| 中程度 | B5 ; C5 ; D6 |
| 低い | A3 ; B3 ; B4 ; C3 ; C4 ; D3-D5 |

を参照。

(2) 動物学的重要性 (Wildlife Value)

野生動物の生息地としての重要性を、最高評点6 (全国的に重要) - 最低評点1 (潜在的重要性がある) の6段階で評価する。詳細は Timmins & Owen (2001) を参照。

(3) 生物多様性的重要性 (Biodiversity Value)

植物学的重要性と動物学的重要性のどちらか高い方の評点を採用する。

(4) 対象地域の生物多様性に影響を及ぼす外来植物の識別

前述の有害植物主導管理で用いられた基準 (表2、3) に従って、排除・抑制すべき種を決定する。

(5) コントロールの緊急性 (Urgency of Control) の評価

有害植物が放置された場合に想定される生物多様性への影響を、最高評点3.5 (植物群落・植物種・動物種のいずれかが国内絶滅する) - 最低評点1 (対象区域の生物多様性に影響を及ぼさない) の6段階 (0.5 刻み) で評価する。詳細は Timmins & Owen (2001) を参照。

(6) 優先順位評点 = 生物多様性的重要性評点 × コントロールの緊急性評点

(II) 外来植物が存在しない地域への侵入防止、または侵入初期の拡大阻止を優先する

(III) 対象地域の選定に当たっては、多様な生物相を保全するように配慮する

(IV) 他の事業 (例えば有害動物の駆除対策) と外来植物対策が効果的に行われるように調整・統合する

(V) 新たな事業が始まる前に、実施中の事業を確実に終える（途中で事業を止めると、すべてが無駄になる）

3. 事例紹介：ニュージーランド・ランギトト（Rangitoto）島における有害植物管理対策

ここで参考事例として、ニュージーランド環境保護省がランギトト島において実施している有害植物管理対策（Wotherspoon & Wotherspoon, 2001, 2002）を以下に紹介する。

ランギトト島は約 600 年前に海底火山の噴火によりできた面積約 23 km²（父島とほぼ同じ面積）の火山島で、豊かな植物相と溶岩上に発達した様々な植生遷移系列を見ることができる。しかし 19 世紀末から 20 世紀初頭にかけて、溶岩地を「美化する」目的で植栽された様々な植物が拡大しつつあり、在来生態系への影響が深刻化しつつあることから、1995 年よりニュージーランド環境保護省による有害植物管理対策が計画・実施されている。計画段階では有害植物管理主導システムに従い、野生化している外来植物種の生物学的特性（表 2）や生態系影響力（表 3）を、文献情報及び研究者らの意見情報を用いて評価し、有害性の評価（有害性評点）を行った。またこれに加えて、島内における各種の分布パターンを調べ、以下の基準に従って 4 段階の分布評点（Distribution Score）を与えた。

4 = 分布が非常に局所的（生育地が 2 カ所以内で、面積が 1 ha 以内）

3 = 分布がやや局所的（生育地が 2 ～ 数カ所で、面積が 10 ha 以内）

2 = 分布が島のかんりの部分に広がっている

1 = 分布が島全域に広がっている

以上の情報から、ランギトト島に野生化している外来植物 232 種のうち、72 種が生態系にとって有害であると判断され、これらの種の管理優先順位を、有害性評点と分布評点に基づいて（表 6）、以下の 3 つのグループに分類した。

クラス 1（25 種）：有害性評点が 23 以上、分布評点が 4

クラス 2（25 種）：有害性評点が 23 以上、分布評点が 1～3

クラス 3（22 種）：有害性評点が 22 以下のものすべて

管理優先順位の高さは、クラス 1 > クラス 2 > クラス 3 となる。前述の有害植物管理主導システム（Timmins & Owen, 2001）では、管理優先順位を 4 段階に分けていたが、ランギトト島で 3 段階に分けた理由は不明である。しかしながら、有害性が高くて分布が局所的な種を最優先で排除するという基本方針は、どちらも

表6 有害植物主導管理 (weed-led control) システムによる、ランギト
ト島外来植物の評価結果と管理目標 [Wotherspoon & Wotherspoon (2001)
より一部を抜粋。詳しくは本文参照]

| 学名 | | <i>Berberis glaucoarpa</i> | <i>Lonicera japonica</i> | <i>Buddleia davidii</i> | <i>Rhamnus alaternus</i> | <i>Lillium fornosum</i> | <i>Pelargonium spp.</i> |
|---------------|--------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 生物学的特性 | 成熟速度 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | 結実数 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| | シードバンク | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| | 散布体 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| | 定着・成長 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| | 栄養繁殖 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| | total | 12 | 13 | 12 | 15 | 9 | 8 |
| 生態系影響力 | 種組成・構造 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| | 在来種の再生 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| | 持続性 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| | total | 7 | 9 | 6 | 9 | 4 | 4 |
| 有害性評点 | | 26 | 31 | 24 | 33 | 17 | 16 |
| 分布評点 | | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 管理優先順位 | | クラス 1 | クラス 1 | クラス 2 | クラス 2 | クラス 3 | クラス 3 |
| 短期的目標 (5年以内) | | Z | Z | SC | SC | Z | SC |
| 長期的目標 (15年程度) | | Z | Z | Z | Z | E | E |
| 2002 年時の状況 | | Z | Z | | | | |

E=完全排除、Z=ゼロ密度抑制、SC=持続的抑制

共通している。

管理計画では、有害植物各種について表 6 で示されているように、「完全排除 (Eradication)」・「ゼロ密度抑制 (Control to zero density)」・「持続的抑制 (Sustained control)」のいずれかの目標を、長期 (15 年以上を要する) および短期 (所定の予算で 5 年以内に達成可能)、それぞれについて定めている (Wotherspoon & Wotherspoon, 2002)。ゼロ密度抑制とは、繁殖可能な個体が存在しない状態を維持するように抑制し続けることであり、シードバンクが長期にわたって存続するものや周辺地域から再導入しやすい種が対象となる。持続的抑制は、在来生態系への被害を最小限にする程度にまで密度を減らすことであり、ゼロ密度抑制が現実的に不可能な、既に島全域に拡大している種が対象となる。2002 年までの時点で、クラス 1 植物 14 種とクラス 2 植物 3 種は、既にゼロ密度抑制が達成されている (Wotherspoon & Wotherspoon, 2002)。

なお、筆者は 2005 年 11 月にランギトト島を訪れ、ニュージーランド環境保護省の Phil Brown 氏の案内により、外来種排除の現場を視察した。かつて島中に広がっていたマツ類も、ヘリコプターを効果的に活用した排除作業 (Wotherspoon & Wotherspoon, 2002) により、この時には既にゼロ密度抑制をほぼ達成していた。現在は拡散・成長速度が非常に速い *Rhamnus alaternus* (クロウメモドキ科) の対策に手を焼いており、島を地域区分して、区域ごとに除草剤を用いた効果的な排除戦略を検討しているとのことであった。また、かつては外来動物による在来植物のダメージが著しかったが、2000 年にオポッサムとワラビーが完全排除され、残る外来動物 (ネズミとウサギ) の排除もいずれ実施されるとのことである。

V. 小笠原における今後の外来種対策について

外来種問題を含めたあらゆる保全計画を策定する際には、透明性と客観性のある過程を経ることが非常に重要である。本稿で紹介したリスク評価システムは、そのような透明性と客観性を確保するため、可能な限り科学的に検証可能な形で示すことを目的として考案されたものである。これまでに提唱されたシステムは、いずれも完璧なものではない。しかし、事業実施計画において明確な目標を設定した上で、上記のようなシステムを活用して実施方法を策定し、そして事業実施後のモニタリング結果をもとに目標の達成度を評価することで、システムの有効性を検証することができる。これらの科学的な根拠に基づきながら、必要に応じてシステムの変更や新たな事業案を検討することで、より適切なシステムの構築

や対策につながることを期待される。これは自然再生における順応的管理手法と全く同じである（鷲谷、2003）。ニュージーランド環境保護省では、事業目標の達成度を評価する手法も開発し、これに基づいて上記システムやその評価基準の見直しを随時行っている（Timmins & Owen, 2001）。

小笠原での外来植物対策は、既にアカギやトクサバモクマオウなど特定の種類に絞った排除作業が局所的に実施されている。しかしアカギやトクサバモクマオウは父島や母島ではほぼ全域に広がっており、闇雲に排除作業を実施しても、その効果はあまり期待できない。このような植物の管理方法を上記のシステムを用いて検討した場合、まずは地域主導管理システムによって対処することになる。つまり小笠原諸島の中から生物多様性の重要性の高い地域を優先し、その地域の中で生態系への有害性が認められる外来種すべてを管理対象とすべきである。そして対象地域（例えば個々の島）における有害植物の管理計画においては、有害植物主導管理システムに従い、有害性が高く、排除が容易な種を優先的に排除することが求められるだろう。

外来種対策は非常に時間がかかり、短期間で成果を上げることは困難である。しかし単年度の事業であっても、短期的かつ長期的目標を明確にすることにより、事業の達成度を様々な時点で評価することができるはずである。小笠原の今後の外来種対策は、自然再生の理念、つまり「生物多様性と健全な生態系機能の回復」（鷲谷、2003）を常に念頭に置き、前述の順応管理的な実験的手法を通して、より適切な外来種対策へ発展していくことが望ましい。そのためには科学者が積極的にこれらの事業に関与し、前述のような外来種管理モデルに基づいた具体的手法を慎重に検討して選択可能な形で提供し、併せて侵入種の有効な排除・抑制技術を開発していくことが求められている。

謝辞

本稿で紹介した WRA システムの設問の和訳や解説・基準に関しては、西田智子博士より多くのご教示を頂きました。また Carol J. West 博士と Phil Brown 氏をはじめとするニュージーランド環境保護省のスタッフ、小池文人博士、畑憲治氏より有益な情報・ご助言を頂きました。なお本研究の一部は、環境省地球環境研究総合推進費による研究費（F-051）により実施しました。

参考文献

- Daehler, C. C. and Carino, D. A. (2000) : Predicting invasive plants: prospects for a general screening system based on current regional models. *Biological Invasions*, Vol.2, pp.92-103.
- Daehler C. C., Denslow J. S., Ansari S. and Kuo H-C. (2004) : A risk-assessment system for screening out invasive pest plants from Hawaii and other Pacific Islands. *Conservation Biology*, Vol.18, pp.360-368.
- Kato H., Hata K., Yamamoto H. and Yoshioka T. (in press) Effectiveness of weed risk assessment system for plant introductions to the Bonin Islands. In : *Proceedings of Assessment and Control of Biological Invasion Risks*.
- Groves R. H., Panetta F. D. and Virtue J. G. (2001) : *Weed Risk Assessment*. CSIRO, Australia.
- Koike, F. and Kato, H. (in press) : Evaluation of considered species properties and improvement of weed risk assessment. In : *Proceedings of Assessment and Control of Biological Invasion Risks*.
- Pheloung, P. C., Williams, P. A. and Halloy, S. R. (1999) : A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management*, Vol.57, pp.239-251.
- Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D. and West, C. J. (2000) : Naturalization of alien plants: concepts and definition. *Diversity and Distributions*, Vol.6, pp.93-107.
- Timmins, S. M. and Owen, S-J. (2001) : Scary species, Superlative sites: assessing weed risk in New Zealand' s protected natural areas. In : *Weed Risk Assessment* (Ed. by Groves *et al.*), pp.217-227.
- 鷲谷いづみ (2003) : 今なぜ自然再生事業なのか. 鷲谷いづみ・草刈秀紀 (編)『自然再生事業』築地書館、pp.2-42.
- Walton, C., Ellis, N. and Pheloung, P. (1999) : A manual for using the Weed Risk Assessment system (WRA) to assess new plants. Australian Quarantine and Inspection Service 16pp.
- Williams, P. A. and Newfield, M. (2002) : A weed risk assessment system for new conservation weeds in New Zealand. Department of Conservation, Wellington, New Zealand.

Wotherspoon, S. H. and Wotherspoon, J. A. (2001) : Rangitoto Island Weed Control Plan 2001-2006. Department of Conservation, Auckland, New Zealand.

Wotherspoon, S. H. and Wotherspoon, J. A. (2002) : The evolution and execution of a plan for invasive weed eradication and control, Rangitoto Island, Hauraki Gulf, New Zealand. In: *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species* (Ed. by Veitch, C.R. and Clout, M.N.), pp.381-388. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge. UK.

付録 WRA システム(表 1)の設問解説と評価基準。3桁の数字は設問番号を示す。
Walton *et al.* (1999) をもとに西田智子博士が作成した設問解説・評価基準を参考
に、小笠原用に改変した。

1. 01 : 人為選択を受けることにより野生種から何らかの改変を受けているか？
少なくとも 20 世代以上に渡って選別が行われた栽培品種（栽培品種名が学名
に付記されているもの）であれば“yes”。栽培環境下で選択されたものは、野
生状態で生き残るには何らかのハンディを持つことが予測される。
1. 02 : 自生地以外の場所で栽培され、その場所で人の手を借りずに生育・繁殖し
て個体群を維持していれば“yes”。野生化 (naturalized) とは、自律的に個
体群を維持していることを意味する。時折、栽培していたものが逸出している
場合は、これには当てはまらない。
1. 03 : 同種内の亜種や変種、栽培品種の系統に有害性(侵略性)がある場合は“yes”。
2. 01 : 2=熱帯・亜熱帯地域原産、1=熱帯・亜熱帯地域原産ではないが、これら
の地域でもよく生育する、0=熱帯・亜熱帯地域原産でなく、これらの地域で
の生育は知られていない。
2. 02 : 2=自生分布範囲または自生地以外の生育可能な範囲がよく分かっている、
1=自生分布範囲または自生地以外の生育可能な範囲があまり分かっていない、
0=自生の範囲がほとんど分かっていない。
2. 03 : 広い緯度範囲、例えば2つ以上のバイオーム（例えば熱帯と温帯）または
1000m 以上の標高差にわたって生育する場合は“yes”。
2. 05 : 導入 (introduction) は必ずしも野生化 (naturalized) を意味しない。少
なくとも自生地を除く3カ所以上の離れた地域（植物園を除く）に、繰り返し
栽培または偶発的に導入された経緯がある種は“yes”。広く栽培されている種
も“yes”。過去に繰り返し導入されたにも関わらず、定着していなければ、侵
入種となる恐れは少ないと予測される。
3. 01 : 明らかに自生地以外に野生化している場合は“yes”。野生化
(naturalization) の定義は 1. 02 に従う。自生地以外の地域の植物誌に記録
があり、はっきりと野生化したことがわかる場合も“yes”とする。原産地が
はっきり特定できず、自生している植物が確認できる場所が、自生地以外の場
所かどうか分からない場合には空欄とする。
3. 02 : 一般的に庭・公園・道路脇などの有害な植物（雑草）である場合に、“yes”

と回答する。3.03-3.04に該当するところを除く人為の影響を強く受けたところに見られるもので、防除が必要とされているか、または迷惑なものとしてはっきり報告されているものは“yes”。偶発的に道端に生えていることが報告されているものは空欄とする。

- 3.03：一般的に農業・園芸・林業で有害な植物とされ、生産性を阻害したり、防除が必要とされている場合に“yes”とする。雑草管理マニュアル等に掲載されているものも“yes”。
- 3.04：自然環境下において野生化し、コントロールが必要とされているもの、または自然環境にとって有害であると見なされているもの（急速に広がったり、単層林を形成し、多様性の減少を引き起こす）は“yes”。ただ自然環境中に生育するだけでは“yes”とするには不十分。
- 3.05：同属の他の種が weed や pest とされているか、またはそれが 3.01-3.04 の基準に当てはまる場合は“yes”。
- 4.01：動物や人に絡まったり、棘などにより不快感や痛みをもたらすような性質をもつ場合に“yes”と回答する。対象分類群が、棘のない亜種（または変種・品種）なら、棘のある形状に戻らないという確かな証拠があれば“no”、そうでない場合には“yes”と回答する。
- 4.02：アレロパシー作用を持つ（化学物質により、他種の生育や種子の発芽を抑制する可能性がある）ことが証明されているもの、または強い間接的・観察的な証拠があるものは“yes”。
- 4.03：寄生植物（完全寄生と半寄生の両方を含む）であることが確実に分かっているもの（例えばネナシカズラ）は“yes”。ガジュマルのような絞め殺し植物や着生植物は含まない。
- 4.04：対象分類群が生育しそうな場所を想定し、そこに存在する草食動物が植物の急速な繁茂を抑制できるかどうかを考慮する。評価対象分類群の生活史の、どのステージでもこのような性質を持つ場合には“yes”と回答。情報がいない場合は空欄。
- 4.05：採食や接触により、有毒成分が動物に取り込まれると考えられる場合に“yes”と回答する。植物によっては、毒性は中程度だが嗜好性が高く、多量に採食された場合には中毒を起こすものもある。このよう植物については“yes”となる。動物は家畜やペット（哺乳類）のことで、昆虫は含まない。その有毒成分が動物の体内に取り込まれる可能性があるものも“yes”。文献等

で、その危険性が報告されていなければ“no”。

- 4.06：毒性のある病原体の宿主であるか、あるいは作物害虫および病害の代替宿主であるかを問う設問。それらの病原体・病虫害の代替宿主が、農耕地や自然生態系においてすでに広範囲に分布している場合には、対象分類群が病原体・病虫害に対する現在の管理作業に影響を及ぼさない限りは“no”と回答する。広い植物群（例えば科）に影響を及ぼす病原体は“yes”には当たらない。深刻な病原体・病虫害の宿主または保有者と見なされ、種レベルの特異性を持つものは“yes”。
- 4.07：体に付着したり吸入するといった普通の状況で有毒性またはアレルギーを引き起こすことが証明されているものは“yes”。例えば、対象分類群と物理的な接触や花粉を吸い込むことで問題が生じる場合は、“yes”である。また、間違っって食べることにより中毒症状を起こす場合も含まれる。
- 4.08：対象分類群が、自然生態系あるいは人的な管理が行われない状態で生育した場合に、枯死部が急速に蓄積し、火災が起こった際の燃料となることが記載されている場合に“yes”となる。園芸などのデータで示されている可燃性だけでは“yes”とするには不十分。
- 4.09：林床のような暗い環境で生育可能かどうかを問う設問。種子発芽のステージは含めない。生育環境が“partial shade”または“shade”と記載されている場合は“yes”とする。
- 4.10：土壌の主なタイプ（砂・粘土・シルト）のうち、少なくとも2つでよく育つか、広範囲の栄養条件やpH条件に耐性がある場合は“yes”とする。
- 4.11：つる性になるものや、上を覆い尽くして他の植物を枯らしたりするものは“yes”。大きなロゼットを急速に発達させる植物も“yes”となる。
- 4.12：ほとんど単一植生を形成するものは“yes”。密生した藪により、通行が妨げられたり、他種が排除されたりするような場合に“yes”となる。このような性質を持つものには、木本植物が多いと考えられるが、密生するイネ科植物も対象となる。
- 5.01：通常、川や湖・池で生育する植物はすべて“yes”となる（川岸や低湿地などで生育する植物も含む）。そのような植物は、水路を塞ぎ、水系における日光や酸素、栄養の供給を阻害する。
- 5.02：イネ科植物（Poaceae/Gramineae）は、様々な状況下で「雑草」と見なされるものが多い。従って大抵の場合、同属に有害な種があるだろうから、イネ科

に属する分類群は侵入植物となる確率が高い。

5.03：マメ科のように窒素固定を行う木本植物は、侵入種となる可能性が高い。

5.04：塊茎 (tubers)、球茎 (corms) あるいは鱗茎 (bulbs) をもつ多年性植物は “yes” となる。ただ単に地下茎 (rhizomes) や匍匐枝 (stolons) を持つ植物は、ここでは “yes” とはならない (6.06 を参照)。このような近繁殖器官を持つ植物は、根絶が非常に困難である。

6.01：補食者やその他の要因 (例えば病気など) のために、原産地では繁殖能力が抑制されている場合がある。そのような植物が、阻害要因の存在しない他の場所に導入された場合には、繁殖能力は著しく向上する可能性がある。明白な証拠または出典があれば “yes”、無ければ “no”。

6.02：不稔もしくは種子を生産しないという明白な証拠または出典がある場合のみ “no”。評価対象分類群が、亜種・変種あるいは栽培品種の場合、不稔であることが確実な場合に “no” と回答する。雌雄異株植物の場合、雄株は種子生産者と見なされるため、“yes” とする。

6.03：自然条件下で交雑することが報告されている場合は “yes”。交雑しないことがはっきりしない場合は空欄。小笠原在来種に同種の植物がある場合は “yes” とする。同属の植物が小笠原に無ければ “no” とする。

6.04：自家受粉し、種子を生産する植物は、1 個体でも種子による繁殖が可能である。情報がない場合は空欄。明白な出典がある場合のみ “yes” または “no”。

6.05：植物が特定の pollinator (花粉媒介者) を必要とし、そのような媒介者が小笠原に存在しない場合には、野生化する可能性は低くなる。もし、評価対象分類群の花粉媒介者となりうる種が小笠原に存在する場合には、回答は “no” となる。花粉媒介者がコウモリやハチドリのような特殊化したものである場合のみ “yes”。ハチ・アブのような普遍的な昆虫の場合は “no”。もし花粉媒介者に関する直接的な情報がなければ、花の形態から類推して判断しても良い。

6.06：種子でなくても、根茎やストロンなどに栄養繁殖器官によって、人間が関わることなく、増殖し、存続していくことができる場合のみ “yes”。地下茎・匍匐枝・切断根・ひこばえあるいは株分けにより繁殖する場合は含まれる。多年生イネ科の分けつによる増殖も含む。塊茎 (tubers)・球茎 (corms) あるいは鱗茎 (bulbs) をもつ多年生植物 (5.04 に対する回答が “yes” となる分類群) は含まない。

6.07：種子が発芽して、その個体が種子生産を開始するまでにかかる時間を意味

する。栄養繁殖する分類群の場合は、栄養繁殖できるようになるまでにかかる時間。明白な出典がない場合は、育種・栽培に関わっている人に問い合わせても良い。

- 7.01：散布体（有性生殖・無性生殖にかかわらず、繁殖器官となるもの）が人為活動により非意図的に散布される場合に“yes”となる。例えば、道路脇のような車・人の往来が激しい場所に生育する植物は“yes”。分散構造や植物が生育している位置（路肩などに生えているか）から考える。散布体は付着しやすい構造を持っているか？
- 7.02：人がその植物を持ち込む理由となるような有用性や価値を持っているか？（園芸用、食用の果物など）。人間にとって魅力的、あるいは望ましい特性を持つ場合は“yes”となる。このような分類群は挿し木や種子で急速に増殖され、広まりやすい。園芸植物やその他の有用植物が該当する。
- 7.03：農業・園芸・林業を含むすべての有用植物の種子や土壤に混ざって、散布体が分散する。例えば、船積みされた穀物に混入して雑草種子が移動する場合などが考えられる。
- 7.04：風により、散布体の分散範囲が大きく広がるという記載がある場合に“yes”となる。明白な出典が無い場合は種子・果実の形態に基づいて答える。例えば冠毛を持つとか、裂開して細かい種子が飛び散る植物も含む。
- 7.05：親個体から離れて浮遊するような繁殖器官をもつ分類群は全て“yes”となる。
- 7.06：鳥により運ばれたり、採食されたりした後、発芽する能力を持つ散布体は全て含まれる。例としては、小さな赤い果実をつける分類群で、種子自体は消化されないようなものがある。明白な証拠がなければ、果実のタイプ（しょう果）により類推する。
- 7.07：種子が飲み込まれることなく、動物の体にくっついて運ばれる。棘や突起など、散布体が動物の体に付着するのに適した構造をもち、動物の体への付着が起こりやすいような場所に生育する場合に“yes”となる。植物体の一部が衣服について分散される場合も該当する。また、エライオソームを持つ種子（あるいは分果・石果・小堅果）を生産する植物も対象となる。
- 7.08：散布体が動物に採食され、排泄された後に生育可能な分類群が該当する。鳥散布に適応していれば、“yes”と仮定される。
- 8.01：1回の繁殖イベントで $1000/\text{m}^2$ 以上の種子を生産する。種子サイズや果実の

タイプ、果実あたりの種子数に基づいて推定しても良い。自然状態での種子生産を考慮し、また、発芽可能種子についてのみ考える。草本植物については $5000/\text{m}^2/\text{yr}$ 以上、木本植物では $500/\text{m}^2/\text{yr}$ 以上の種子生産がある場合が該当する。

- 8.02：ここでいうシードバンクは、樹冠に形成されるものと土壤中に形成されるものの両方を含む。土壌シードバンクの場合は、土壌に埋設された種子の生存率が、埋設後1年以上経過した後でも1%を超えている場合が該当する。また、樹冠シードバンクの場合も同じ基準を当てはめる。
- 8.03：除草剤がその植物をうまくコントロールできたという明白な証拠資料があるか？ 評価対象分類群に有効な除草剤があるという記載があり、そのような除草剤が、評価対象分類群が生育すると考えられる場所で、利用可能な場合に“yes”とする。また、そのような除草剤が、評価対象分類群と同じ場所に生育する対象外の植物には安全でなければならない。農業に関係しない植物の場合は、このような情報を得るのは難しい。
- 8.04：切断 (mutilation) は伐採や剪定を含む。切り株から活発に再生したり、耕耘機などにより耕されても再生する場合は“yes”。このような攪乱に対して耐性があったり、攪乱により繁茂が促進されるような植物は、他種との競合に有利であろう。この質問では、シードバンクは考慮しない。
- 8.05：効果的な天敵が分かっているならば“yes”。その植物が既に密生状態で生育し、天敵の証拠がほとんどない場合は“no”。ほとんどの場合は空欄。