

Phytophthora ramorum 及び
P. kernoviae に関する
病害虫危険度解析報告書

平成19年3月

横浜植物防疫所

目 次

はじめに	1
第1章 <i>Phytophthora ramorum</i> 及び <i>P. kernoviae</i> の危険度解析の開始	2
1 開始	2
2 対象となる経路	2
3 病虫害危険度解析地域の特定	2
4 <i>Phytophthora ramorum</i> 及び <i>P. kernoviae</i> に対する現行の植物検疫措置	2
5 <i>Phytophthora ramorum</i> 及び <i>P. kernoviae</i> に関する情報	2
(1) 病原菌の学名及び分類学上の位置	2
(2) 宿主植物	2
(3) 分布	3
(4) 諸外国での検疫措置状況	3
6 開始の結論	3
第2章 <i>Phytophthora ramorum</i> 及び <i>P. kernoviae</i> の病虫害危険度評価	4
1 病虫害危険度評価基準	4
2 日本での分布及び公的防除の有無	4
3 日本における侵入（入り込み及び定着）の可能性	4
(1) 入り込みの可能性	4
① 原産地（国）において経路に存在する可能性	4
(a)栽培用植物	4
(b)切花・切枝	5
(c)木材・製材	6
(d)園芸資材	7
② 輸送又は保管中に生き残る可能性	7
③ 日本への入り込み後、好適宿主植物へ感染する可能性	8
(a)栽培用植物	8
(b)切花・切枝	8
(c)木材	8
(d)園芸資材	9
(2) 定着の可能性	9
① 日本の環境下での生存の可能性	9
② 日本における宿主植物の有無	11
4 日本におけるまん延の可能性	11
5 経済的重要性	12
(1) 諸外国における直接的な被害程度	12
(2) 日本において被害を受ける可能性のある宿主植物の量	12
(3) 日本における被害程度の推定	13
(4) まん延した場合の輸出市場への影響	13
(5) 防除の難易	13
(6) まん延した場合の防除経費への影響	14
(7) 非商業的及び環境的重要性	14

6	不確実性を伴う事項	15
7	病虫害危険度評価の結論	15
第3章 病虫害危険度管理		
1	はじめに	16
2	適切な危険度管理の選択肢の特定及び選択	16
(1)	想定される植物検疫措置の選択肢及びその有効性	16
ア	病虫害無発生地域の指定	16
イ	病虫害無発生生産地及び病虫害無発生生産用地の指定	17
ウ	栽培地検査	17
エ	熱処理	17
オ	室内精密検定	18
カ	輸出検査	18
キ	輸入検査	18
ク	隔離検疫	19
(2)	植物検疫措置の選択肢の実行上の難易	19
①	栽培用植物	19
②	園芸資材	20
(3)	植物検疫措置の選択肢の採否結果	20
①	栽培用植物	20
②	園芸資材	21
3	植物検疫措置を講じた後の <i>Phytophthora ramorum</i> の入り込みの可能性	21
4	病虫害危険度管理の結論	21
付録 1	<i>Phytophthora ramorum</i> に対する各国の規制対象植物	
付録 2	<i>Phytophthora kernoviae</i> に対する各国の規制対象植物	
付録 3	<i>Phytophthora ramorum</i> 及び <i>P. kernoviae</i> に対する各国の検疫措置	
付録 4	<i>Phytophthora ramorum</i> に関する情報	
付録 5	<i>Phytophthora kernoviae</i> に関する情報	
参考資料		

はじめに

1990年代の中頃以降、アメリカ合衆国（以下「米国」という。）カリフォルニア州の中部沿岸部を中心に自生するマテバシイ属の一種(*Lithocarpus densiflorus*) やコナラ属樹木(*Quercus* spp.) の森林が枯れる大きな被害を生じ、感染した樹木が急激に枯死することから病名が「Sudden Oak Death」と呼ばれるようになった(Garbelotto et al., 2001; McPherson et al., 2000)。

一方、ヨーロッパでは、1993年頃ドイツ、オランダにおいて栽培されているツツジ属(*Rhododendron* spp.)やガマズミ属(*Viburnum* spp.)の葉や枝が枯れるなどの病害が発生し、問題となった(Werres et al., 2001)。その後の調査により、これらの米国及びヨーロッパで発生した病害は、新種の *Phytophthora ramorum* という病原菌によって起こることが判明した。米国及びヨーロッパ連合の検疫当局は、2002年、*P. ramorum*による被害の大きさを考慮し、その分布拡大を防ぐため、発生地域からの宿主植物の移動を制限するなどの措置を講じたが、その後も*P. ramorum*の新たな発生場所が確認されている。

さらに2003年、連合王国（以下「英国」という。）サウスウエールズ・コーンウォール地方において、*P. ramorum*の発生調査を行っていたところ、本菌とは異なる別種の*Phytophthora*属菌によるツツジ属及びブナ属(*Fagus* spp.)の病害が発見され、調査の結果、病原菌は新種の*P. kernoviae*であると同定された(Brasier et al., 2005)。本病原菌は、2006年ニュージーランド北島の2カ所においても発見されている。現在までの調査によると、*P. kernoviae*の宿主として、ツツジ属等の12属の植物が報告されており(DEFRA, 2006)、幾つかの植物に対しては*P. ramorum*よりも強い病原性を示すことが判明している。

また、近年、分子生物学的手法を取り入れた*Phytophthora*属菌の分類同定が盛んに研究されるようになり(植松、2003)、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の他にも*P. quercina*, *P. alni*など我が国未発生と思われる新種の*Phytophthora*属菌による病害の発生報告が相次いでなされている(Jung, 1999; Brasier, 2004b)。

これらのなかで、宿主範囲が広く、病害が発生している米国及びヨーロッパで大きな被害を生じていること、また世界各国の検疫状況などを考慮した結果、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の日本の農林業に与える影響について評価する必要があると考えられた。本報告書は、植物検疫措置に関する国際基準（以下「国際基準」という。）No.11「Pest risk analysis for quarantine pests, including analysis of environmental risks and living modified organisms（環境危険度及び改変された生物の解析を含む検疫有害動植物に対する病虫害危険度解析）」(FAO, 2004)を踏まえ、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の危険度について検討した結果をまとめたものである。

なお、本報告書を取りまとめるにあたり、千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所環境研究室 植松清次室長、独立行政法人 森林総合研究所九州支所森林微生物管理研究グループ 佐橋憲生グループ長、並びに大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科植物バイオサイエンス分野 東條元昭助教授から専門家としての立場からの意見及び情報の提供を受け、病虫害危険度評価、不確実性を伴う評価事項について助言を得た。

第1章 *Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*に対する危険度解析の開始

1 開始

近年、米国、カナダ、ドイツ、オランダ、英国等で発生が確認され、森林及び造園樹木に被害を生じている*Phytophthora ramorum* 及び*P. kernoviae*に対して、日本における適切な植物検疫措置を検討するため、病虫害危険度解析を開始する。

2 対象となる経路^{*1}

対象となる経路を、発生国産の *P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の宿主植物とし、実際に輸入されている植物の用途及び輸入形態の多様性を考慮して次のとおり特定した。なお、果実及び種子については、これまでのところ両菌がこれらを介して伝搬したという報告がないことから、対象としていない。

- (a) 栽培用の苗木、穂木（以下「栽培用植物」という。）
- (b) 観賞用の切花、切枝、クリスマスツリー等（以下「切花・切枝」という。）
- (c) 樹皮付き木材（以下「木材」という。）及び剥皮し乾燥処理した木材（以下「製材」という。）
- (d) 園芸用の樹皮及び落葉等（以下「園芸資材」という。）

3 病虫害危険度解析地域^{*2}の特定

対象地域は日本全域とする。

4 *Phytophthora ramorum* 及び *P. kernoviae* に対する現行の植物検疫措置

現在の日本の *P. ramorum* 及び *P. kernoviae* に対する植物検疫措置は、輸出検査の結果、輸出国政府機関が発給する植物検疫証明書の添付要求及び日本での輸入検査である。

5 *Phytophthora ramorum* 及び *P. kernoviae* に関する情報

(1) 病原菌の学名及び分類上の位置

学名：*Phytophthora ramorum* Werres, de Cock & In't Veld (2001)

Phytophthora kernoviae Brasier, Beales & S.A. Kirk (2005)

分類：クロミスタ界(Chromista)：卵菌亜門(Oomycota)：卵菌綱(Oomycetes)：フハイカビ目(Pythiales)：フハイカビ科(Pythiaceae)：*Phytophthora* 属

病名：*Phytophthora ramorum*

Sudden Oak Death, Phytophthora canker disease of oaks, Ramorum leaf blight, Ramorum twig blight or dieback (Davidson et al., 2003)

Phytophthora kernoviae

Beech bleeding canker, rhododendron dieback (Sansford et al., 2005)

(2) 宿主植物

① *Phytophthora ramorum*

* 1「経路(pathway)」；有害動植物の入り込み又はまん延を許すあらゆる手段 (Any means that allows the entry or spread of a pest)

* 2「病虫害危険度解析地域(PRA 地域)」；病虫害危険度解析が実施される関係地域 (Area in relation to which a pest risk analysis is conducted)

宿主範囲は非常に広く、現在まで 42 科 90 属以上が報告されている（付録 1）。発生調査が進むにつれさらに宿主植物が追加されていくものと考えられる (APHIS, 2007; AQIS, 2006; EPPO, 2004; CFIA, 2006; Biosecurity New Zealand, 2005; Rizzo et al., 2002b)。主な宿主は以下のとおり。

ツツジ科の *Arbutus menziesii* (Pacific madrone)、*Vaccinium ovatum* (Box blueberry)、*Rhododendron* spp. (Rhododendron)、バラ科の *Heteromeles salicifolia* (California holly)、ブナ科の *Lithocarpus densiflorus* (Tanoak)、*Quercus agrifolia* (California live oak)、*Quercus chrysolepis* (Canyon live oak)、*Quercus falcata* (red oak)、*Quercus kelloggii* (California black oak)、*Quercus parvula* var. *shrevei*、マツ科の *Pseudotsuga menziesii* (Douglas-fir)、スイカズラ科の *Viburnum* spp. など (CABI, 2006)。

② *Phytophthora kernoviae*

現在までのところ、ブナ科の *Fagus sylvatica* (Beech)、*Quercus ilex* (Holm oak)、ツツジ科の *Rhododendron* spp. (Rhododendron)、*Pieris formosa* (Pieris)、ヤマモガシ科の *Gevuina avellana* (Chilean hazelnut)、モクレン科の *Liriodendron tulipifera* (Tulip tree)、*Magnolia stellata* (Star magnolia)、*Michelia doltsops*、シキミモドキ科の *Drimys winteri* (Winter bark) など 8 科 12 属が宿主として報告されている (Sansford et al., 2005; DEFRA, 2006、付録 2)。

(3) 分布

① *Phytophthora ramorum*

ヨーロッパ： アイルランド、英領チャネル諸島、イタリア、オランダ、スイス、スウェーデン、スペイン、スロベニア、デンマーク、ドイツ、ノルウェー、フランス、ベルギー、ポーランド、英国 (EPPO, 2006a; Brasier et al., 2004a)。

北アメリカ： カナダ、米国 (CABI, 2006, APHIS, 2004a)

② *Phytophthora kernoviae*

英国及びニュージーランド (Sansford, et al., 2005; AQIS 2006; Biosecurity New Zealand, 2006)

(4) 諸外国での検疫措置状況

P. ramorum 及び *P. kernoviae* は、ヨーロッパ連合のように一部発生国を含む地域、あるいは未発生国（地域）では、重要な検疫有害植物として扱われている。未発生国（地域）の主な検疫措置は、宿主植物の輸入禁止措置かあるいは輸出国への栽培地検査の要求である（付録 3）。

6 開始の結論

P. ramorum 及び *P. kernoviae* は米国及びヨーロッパ諸国で大きな被害を引き起こし、未発生国・地域においては重要な検疫有害植物として扱われている。近年、両種は世界的に分布を拡大している状況にあり、両種が日本の農林業に与える影響について評価する必要があると考えられることから、病虫害危険度解析を開始する。

なお、病虫害危険度解析の対象となる地域は日本全域とし、危険度解析の対象となる経路を両種発生国から輸入される、(a)栽培用植物、(b)切花・切枝、(c)木材・製材及び(d)園芸資材と特定する。

第2章 *Phytophthora ramorum* 及び *P. kernoviae* の危険度評価

病害虫危険度評価は、特別な検疫措置を講じないと仮定した場合の有害動植物の危険度について評価を行い、危険度管理（植物検疫措置）（第3章）が必要か否かを判断する。

前章において、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の経路を本菌の発生国から輸入される(a)栽培用植物、(b)切花・切枝、(c)木材・製材及び(d)園芸資材と特定したことから、これらについて危険度評価を実施した。

1 病害虫危険度評価基準

P. ramorum 及び *P. kernoviae* の危険度評価は、「侵入^{*1}（入り込み^{*2}及び定着^{*3}）の可能性」、「まん延^{*4}の可能性」及び「経済的重要性」の3つの評価項目について行い、それぞれの評価項目は、「高い」、「中程度」、「低い」及び「極めて低い」で評価した。評価は、国内外の文献等を参考にし、それらでは不十分な場合は専門家からの情報に基づいて行った。

2 日本での分布及び公的防除の有無

P. ramorum 及び *P. kernoviae* は日本に発生していない。（日本植物病理学会編, 2000; 日本植物病理学会病名委員会編, 2006）。

結論：*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* は日本に発生していないため、潜在的検疫有害植物に該当する。（FAO, 2004）。

3 日本における侵入（入り込み及び定着）の可能性

（1）入り込みの可能性

経路として特定した(a)栽培用植物、(b)切花・切枝、(c)木材・製材及び(d)園芸資材について各経路ごとに入り込みの可能性について検討した。

① 原産地（国）において経路に存在する可能性

（a）栽培用植物

P. ramorum は、ヨーロッパでは、1993年ドイツ、オランダでの発生が確認されて以降、2002年に英国、2003年にアイルランドで発生が確認されている。このほかベルギー、デンマーク、フランス、スペイン、スウェーデン、スイス、イタリア、スロベニア、ノルウェー、ポーランドで主にツツジ属（*Rhododendron* spp.）及びガマズミ属（*Viburnum* spp.）植物に発生が認められている（EPPO, 2006a; Brasier et al., 2004a）。

* 1 「侵入 (introduction)」；有害動植物が結果的に定着することになる入り込み (The entry of a pest resulting in its establishment)

* 2 「入り込み (entry)」；有害動植物がまだ存在していないか、存在していたとしても広域に分布しておらず、公的防除が行われている、ある地域の中へのある有害動植物の移動 (Movement of a pest into an area where it is not yet present, or present but not widely distributed and being officially controlled)

* 3 「定着 (establishment)」；ある地域内に有害動植物が入り込んだ後、近い将来永続化すること (Perpetuation, for the foreseeable future, of a pest within an area after entry)

* 4 「まん延 (spread)」；ある地域内で有害動植物の地理的分布が拡大していくこと (Expansion of the geographical distribution of a pest within an area)

一方、米国では、1995年頃カリフォルニア州のマテバシイ属の一種(*Lithocarpus densiflorus*) やコナラ属 (*Quercus* spp.) 樹木の森林で本病の発生が確認された。2002年、本病のまん延を防ぐため、連邦規則及び州規則が制定され、全米を対象とした発生調査が継続して行われた。その結果、*P. ramorum*は、42科90属以上の植物に感染が報告され、少なくとも全米21州の育苗園で発生が確認されている(APHIS, 2004b)。以上のことから、栽培用植物に*P. ramorum*が存在する可能性が高いと考える。

*P. kernoviae*は、2003年、英国サウスウエールズ・コーンウォール地方において、*P. ramorum*の発生調査中に枯損症状を呈したツツジ属植物から発見された(Brasier et al., 2005)。その後の調査により、ブナ属など12属の植物に感染することが報告されている(Forestry Commission, 2006)。また、本菌は2006年3月、ニュージーランド北島においても発生が確認された(Biosecurity New Zealand, 2006)。したがって、*P. ramorum*と同じく、栽培用植物に存在する可能性が高いと考えられる。

日本へは*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の発生国である米国及びヨーロッパから宿主となるカエデ属 (*Acer* spp.)、コナラ属、ツツジ属、スノキ属 (*Vaccinium* spp.) 及びガマズミ属等の栽培用植物が約370万本～600万本(2004年及び2005年の実績) 輸入されている(表1)。

表1 *Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*の発生国からの宿主として報告がある栽培用植物の輸入数量

植物名	属名	輸入実績(数量単位本)	
		2004年	2005年
<i>Acer</i> spp.	カエデ属	19,949	11,097
<i>Ilex</i> spp.	モチノキ属	17,365	18,950
<i>Lonicera</i> spp.	スイカズラ属	1,616	1,500
<i>Pieris</i> spp.	アセビ属	3,060	5,367
<i>Quercus</i> spp.	コナラ属	2,895	580
<i>Rhododendron</i> spp.	ツツジ属	99,123	2,820
<i>Syringa</i> spp.	ハシドイ属	1,573	2,797
<i>Vaccinium</i> spp.	スノキ属	203	645
<i>Viburnum</i> spp.	ガマズミ属	24,822	6,851
その他の宿主		5,991,645	3,667,056
輸入数量合計		6,162,251	3,717,663

(植物防疫所検疫統計；2005,2006)

(b) 切花・切枝

カエデ属、ツバキ属 (*Camellia* spp.)、マンサク属 (*Hamamelis* spp.)、カルミア属 (*Kalmia* spp.) 及びアセビ属 (*Pieris* spp.) など多くの*P. ramorum*の宿主が切花・切枝用として栽培されている。切花や切枝による*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の伝搬に関する正確なデータはないが、切花・切枝用途の植物の栽培状況は、育苗園で育成・管理される栽培用植物と大きな違いはないと考えられることから、発生園では、用途となる切花・切枝に感染している可能性が高いと考えられる。このことから、切花・切枝に両種が存在する可能性が高い。発生国から日本へはガマズミ属、コナラ属及びアセビ属等の宿主植物が、切花・切枝として約4,100万本輸入されている(表2)。

表2 *Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*の発生国からの宿主として報告がある切花・切枝の輸入数量

植物名	属名	輸入実績(数量単位本)	
		2004年	2005年
<i>Fagus</i> spp.	ブナ属	86,332	192,320
<i>Pieris</i> spp.	アセビ属	6,225	3,600
<i>Quercus</i> spp.	コナラ属	11,190	12,545
<i>Syringa</i> spp.	ハシドイ属	380,720	330,372
<i>Viburnum</i> spp.	ガマズミ属	1,412,430	1,185,240
その他の宿主		38,653,520	40,238,468
輸入数量合計		40,550,417	41,962,545

(植物防疫所検疫統計；2005,2006)

(c) 木材・製材

コナラ属やマテバシイ属の一種などでは、樹皮表面にかいよう(canker)を生じ、病原菌は樹皮内にも進展する(Rizzo et al., 2002b)。また*P. ramorum*の遊走子のう(sporangia)が、樹皮のかいよう病斑から漏出する分泌物に存在し(Swiecki, 2001)、木片や切り口にも形成されることが確認されている。さらに*P. ramorum*が6ヶ月間放置した薪から再分離された事例も報告されている(Shelly et al., 2005)。したがって、木材に本菌が生存している可能性は高い。一方、樹皮を剥離した製材は、人工乾燥処理等の加工が施されるため、これらに本菌が生存することはなく、また製材が感染源となった報告はない。したがって、製材に*P. ramorum*が存在する可能性はないと考えられる。

表3 *P. ramorum*の発生国からの宿主として報告がある木材の輸入数量

植物名	属名	輸入実績(数量単位m ³)	
		2004年	2005年
<i>Abies</i> spp.	モミ属	27,015	14,681
<i>Acer</i> spp.	カエデ属	10,887	11,328
<i>Fagus</i> spp.	ブナ属	21,714	24,018
<i>Hamamelis</i> spp.	マンサク属	525	1,000
<i>Ilex</i> spp.	モチノキ属	10,675	2,800
<i>Leucothoe</i> spp.	イワナンテン属	23,000	17,950
<i>Lonicera</i> spp.	スイカズラ属	460	1,028
<i>Pseudotsuga</i> spp.	トガサワラ属	2,602,072	2,296,635
<i>Quercus</i> spp.(=Cyclobalanopsis)	コナラ属	2,666	1,985
<i>Rhododendron</i> spp.	ツツジ属	2,652	0
<i>Tilia</i> spp.	シナノキ属	3,771	3,535
<i>Viburnum</i> spp.	ガマズミ属	5,202	1,794
その他の宿主		26,798,939	29,390,623
輸入数量		29,509,578	31,767,377

(植物防疫所検疫統計, 2005, 2006)

表3に*P. ramorum*の宿主とこれらの宿主の木材としての輸入量を示した(植物防疫所、

2006)。カエデ属が年間約10,000～12,000 m³、コナラ属が約 2,000～2,700 m³、ブナ属が約20,000～25,000m³ 輸入されている。また、米国西部において商業的に木材として生産されているベイマツ(Douglas-Fir: *Pseudotsuga menziesii*)は、輸入量が多いが輸入されているような成木が感染源となる報告はない。(CABI, 2006; Davidson et al., 2002; Davidson et al., 2003)。

*P. kernoviae*については、樹皮上の病斑部に孢子形成がみられないことから、経路となり得るかどうかは今のところ判明していない(EPPO, 2006b)。

(d) 園芸資材

罹病コナラ属樹木周辺の落葉(litter)から、*P. ramorum*が検出された報告(Davidson et al., 2002)及びカリフォルニア州の堆肥生産施設から、*P. ramorum*が検出された報告(APHIS, 2004c)もあることから、*P. ramorum*が発生している森林から採取された宿主植物を含む落葉等は、*P. ramorum*に汚染されている可能性が高い。このことから、園芸資材に*P. ramorum*が存在する可能性が高いことが示唆される。Parkeら(2004)は、*P. ramorum*が園芸資材を介してツツジ属に感染したと報告しており、このような汚染した培養資材に宿主植物を植え付けた場合、それを介して感染する可能性がある。我が国ではカナダからコナラ属の落葉39,200 kg(2001年)の輸入実績がある。

*P. kernoviae*については、このような罹病樹木の落葉などの園芸資材から検出されたという記録はない。しかしながら、一般的に*Phytophthora*属菌は、罹病した葉に形成した厚壁孢子や卵孢子が落葉後も生き残り、伝染源となることから、本菌の罹病樹木の落葉に存在する可能性は高いと推測する。

結論：(a)栽培用植物、(b)切花・切枝、(c)木材及び(d)園芸資材が*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の経路となる可能性が高い。なお、製材については、可能性がないため、以降の検討からは除く。

② 輸送又は保管中に生き残る可能性

栽培用植物及び切花・切枝の輸入は、鮮度が要求されることもあり、航空機が使用されることが多い。一般的な輸送中の温度は10℃～18℃であり、米国、ヨーロッパからの輸送日数はおおむね1日である。*P. ramorum*の生育温度は2～26℃、生育適温が20℃である(Werres et al., 2001; DEFRA, 2004a)。また、*P. kernoviae*は、生育適温が18℃、生育限界最高温度が26℃である(Brasier et al., 2005)。したがって、一般的な航空機による輸送では、両種の生存に何ら影響を与えることはないと考えられる。

木材は栽培用植物や切花・切枝に比べて鮮度管理等の管理は行われておらず、通常、船舶により輸入され特に温度管理は求められていない。輸送日数は米国西海岸からは14日前後、オランダのロッテルダムからは25日から28日前後である。Shellyら(2005)は*P. ramorum*が6ヶ月間放置した薪から分離されたと報告していることから、木材の輸送中に本菌が死滅することはないと考えられる。

園芸資材も木材と同様の管理である。しかしながら、前述のように園芸資材を用いた*P. ramorum*の生存試験を行った結果、6ヶ月間生存可能であったと報告していることから、輸送中に本菌が死滅することはないと考える。

結論：すべての経路において、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*が輸送又は保管中に、生き残る可能性は高い。

③ 日本への入り込み後、好適宿主植物へ感染する可能性

本項では、前項までに*P. ramorum*及び*P. kernoviae*が特定した4つの経路（(a)栽培用植物、(b)切花・切枝、(c)木材及び(d)園芸資材）に存在し、輸送又は保管中に死滅することなく、我が国に入り込む可能性があることが判明したことから、輸入された後に各経路から好適宿主植物に感染する可能性について検討する。

(a) 栽培用植物

*P. ramorum*の長距離の伝搬は栽培用植物の商業的な移動によるものが多い(Englander and Tooley, 2003; Davidson and Shaw, 2003)。例えば、2003年ワシントン州で初めてツツジ属に本病が発見されたが、これは、オレゴン州の育苗園から持ち込まれたものであり(WSDA, 2004)、ジョージア州では、カリフォルニア州から輸入されたツバキ属から本病が発見されている(GDA, 2004)。ベルギーでは、2002年オランダから持ち込まれたガマズミ属から本病が発見されており(de Merlier, et al., 2003)、また、ポーランドではドイツから輸入されたツツジ属から本病が発見された事例がある(EPPO, 2002)。*P. kernoviae*については、具体的な事例は報告されていないが、苗の商業的な移動により本菌は伝搬すると考えられている(EPPO, 2006b)。

輸入された栽培用植物は、通常、園芸店等で販売されるか、直接、苗木生産農家の育苗園、森林、公園、街路又は個人庭園に植えられる。*P. ramorum*の感受性宿主では、病斑部で孢子形成がなされ、これが伝搬の重要な役割を果たし(Rizzo and Garbelotto, 2003)、感染レベルが極めて低い状態の宿主植物であっても伝染源になる可能性があるとの報告がある(Tooley et al., 2004)。

日本へは、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の好適宿主植物のツツジ属、ツバキ属アセビ属などが、また森林にはマテバシイ属、コナラ属などが多く存在していることから、輸入された罹病樹が伝染源となり、育苗園、公園、街路、個人庭園又は森林等の好適宿主植物に感染する可能性が高い。

(b) 切花・切枝

輸入された切花・切枝は、通常、市場に流通後、消費者が購入し、主に室内に飾られる。使用后、これらは廃棄物としてゴミ収集所から廃棄物処理施設へ運ばれ焼却処理されるのが普通である。このことから、宿主植物の切花・切枝が輸入されたとしても、好適宿主植物に感染する可能性は極めて低いと評価される。

(c) 木材

輸入された樹皮付き木材は、通常、水面や陸上の貯木場で蔵置した後、製材工場に運搬され、剥皮及び乾燥処理（製材化）される。あるいはコナラ属のような室内建材や家具に加工されるような木材は密閉型コンテナで輸入され、製材工場へ運搬される場合が多い。宿主植物の木部組織から*P. ramorum*が分離され、また、遊走子のうなどの孢子が、かいよう病斑に存在することが確認された報告もあることから(Swiecki, 2001)、感染した木材が樹皮付のまま、貯木場、蔵置場所等に置かれた場合に、孢子が

風雨を介して周辺の好適宿主植物へ感染する可能性は否定できない。しかしながら、コナラ属の主幹の病斑は感染源とはならないとの報告もあり(Davidson et al., 2005)、木材から好適宿主植物に感染する可能性は、きわめて低いと考えられている(Cave et al., 2005)。

製材工程において剥皮された樹皮は、産業廃棄物として焼却されるか、バーク堆肥、土壌改良材、燃料、合板などに利用されている(日本林業技術協会編、2001)。これらの加工工程において、乾燥、加熱処理が行われることから、樹皮に付着した*P. ramorum*が好適宿主植物へ感染する可能性は低いと考えられる。

また、*P. kernoviae*については、感染樹皮上で孢子形成が観察されていないことから(Sansford et al., 2005)、木材を介して好適宿主植物に感染する可能性は極めて低いと考えられる。

(d) 園芸資材

*P. ramorum*が発生している森林から採取された宿主植物を含む落ち葉などの園芸資材は、本菌に汚染されている可能性が高く(Davidson and Shaw, 2003)、実際に本菌が園芸資材によってツツジ属に感染した事例が報告されている(Parke et al., 2004)。輸入された*P. ramorum*の宿主植物の樹皮や落葉を含む園芸資材は、直接育苗園に搬入されるかまたはガーデンセンター等で販売され、育苗園、公園、街路あるいは個人の庭園で利用されると思われる。このような汚染された園芸資材に*P. ramorum*の好適宿主を植え付けた場合、感染する可能性がある。*P. kernoviae*についても同様の感染が起こる可能性はあると考えられる。しかしながら、この可能性を栽培用植物と比較した場合、栽培用植物の方が感染した植物が直接、育苗園、公園、街路に植え付けられることから感染能力が高く、園芸資材の場合、汚染した資材に好適宿主が植え付けられる可能性、感染して発病するには環境的要因の影響を受けることを考慮すると園芸資材を介して好適宿主植物へ感染する可能性は中程度と考えられる。

結論：*P. ramorum*及び*P. kernoviae*は、経路として特定された(a)栽培用植物を介して日本に入り込み好適宿主植物に感染する可能性が高く、園芸資材の場合、可能性は中程度である。(b)切花・切枝及び(c)木材については可能性は極めて低いと考えられる。

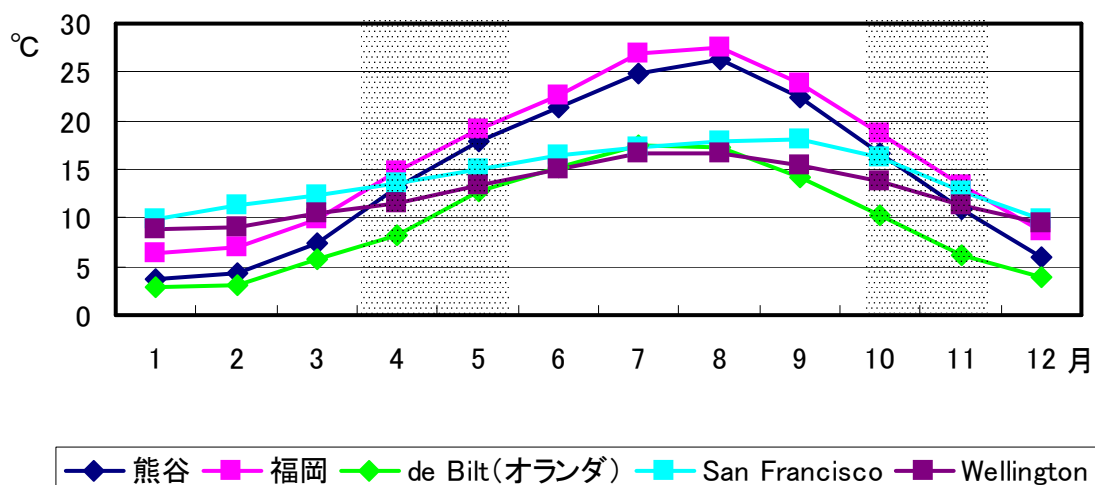
(2) 定着の可能性

① 日本の環境下での生存の可能性

*P. ramorum*及び*P. kernoviae*が発生している西ヨーロッパのオランダ、英国、イタリア及び米国カリフォルニア州のサンフランシスコ湾岸地域からオレゴン州一帯までの気候区分(Köppen-Geigerによる気候区分)は、冷帯冬雨気候から温帯多雨気候に属する。

日本も、これらの気候範囲に位置し、両種の分布可能な気候帯に属する。両種が発生している地域のデ・ビルト(オランダ)、サンフランシスコ、ウエリントンと日本の代表的な苗木生産地近隣の都市である熊谷、福岡を例に、月別の平均気温と湿度を比較した(国立天文台編、2006)。その結果、熊谷、福岡の夏季の気温が他の地域と比較してわずかに高いことが判明したが、*P. ramorum*の生育温度は、2~26℃であり、また、*P. kernoviae*の生育限界最高温度は26℃との情報から、両種とも日本の温度条件下でも生存可能と考えられる(図1)。

図1 *Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*の分布地域と日本（熊谷、福岡）の月別平均気温の比較



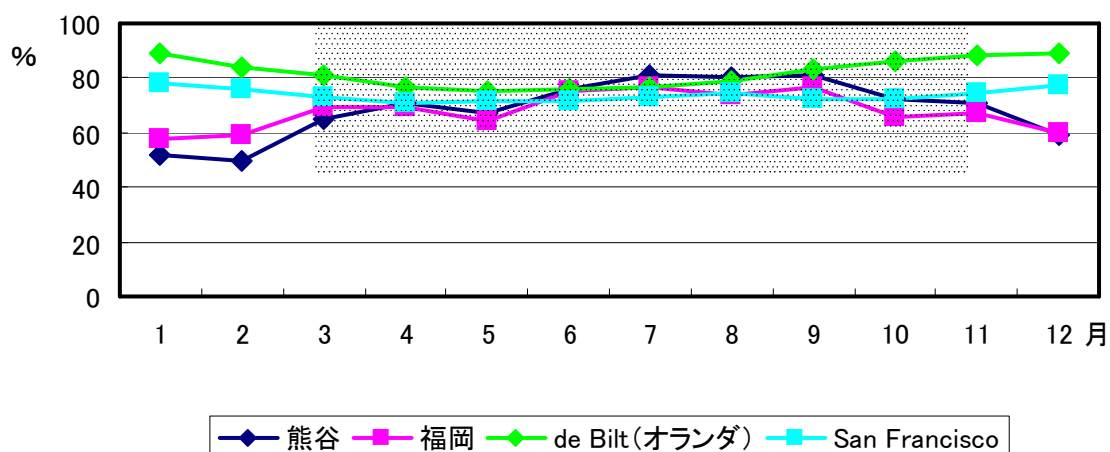
文部科学省国立天文台編(2006)[理科年表]から抜粋
 (注：Wellingtonは南半球にあるため夏、冬を逆転して表示した。網掛け部分は、発生地と比較した日本の気温が類似している時期を示す。)

さらに、月別湿度を比較した結果、発生国では冬期に湿度が高いという特徴があるが、春から秋にかけての湿度の条件は日本とほぼ一致した（図2）。

以上のことから、両種とも日本の春、秋が生育に適した条件であることが判明し、日本の環境下でも生存可能であると考えられる。

結論：*P. ramorum*及び*P. kernoviae*は、日本の環境下で生存する可能性が高い。

図2 *Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*の分布地域と日本（熊谷、福岡）の月別平均湿度の比較



文部科学省国立天文台編(2006)[理科年表]から抜粋
 (注：理科年表にWellingtonの湿度の月別データはない。網掛け部分は、発生地と比較した日本の湿度が類似している時期を示す。)

② 日本における宿主植物の有無

*P. ramorum*は、発見当時はガズミ属、ツツジ属及びマテバシイ属の一種など一部の植物種にのみ被害が確認されたにすぎなかったが(Svihra, 1999 ; Werres et al., 2001)、発生国での調査の結果、主要宿主だけでも90属以上が宿主として報告されている(APHIS, 2007)。一方、*P. kernoviae*は、ツツジ属及びブナ属で発生が確認された後、発生調査が行われた結果、12属が宿主として報告されている(Sansford et al., 2005; DEFRA, 2006)。両種とも今後、野外での罹病植物の調査や病原性試験が進むことにより、宿主植物の種類数はさらに増加するものと思われる。

日本には、両種の好適宿主であるツツジ属、カナメモチ属、ツバキ属、アセビ属、ガズミ属等の植物が、庭、公園、街路等に造園樹木として広く植栽されている(椎名, 1995; 武田, 2003)。また、ブナ属、コナラ属、マテバシイ属などの樹木が森林に多く存在している(北川, 1994)。Lindermanら(2002)は、ツツジ属等の造園樹木を用いた接種試験の結果から、これらの植物から他の造園樹木、自生植物への*P. ramorum*の感染の危険性を強調している。

結論：日本には、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の宿主植物となるツツジ属、カナメモチ属、ツバキ属及びアセビ属等が造園樹木として広く植栽され、また、ブナ属、コナラ属、マテバシイ属等が森林に広く存在している。

侵入（入り込み及び定着）の可能性の評価

*P. ramorum*及び*P. kernoviae*は、米国及びヨーロッパの育苗園、公園、森林等で発生している。特定した(a)栽培用植物、(b)切花・切枝、(c)木材・製材及び(d)園芸資材の4つの経路について、両種の日本への入り込みの可能性について検討したところ、製材を除く経路について可能性があると考えられた。さらに、両菌の特性から輸送又は保管中に生き残る可能性は高い。これらの経路のなかで(a)栽培用植物を経路として入り込む可能性が比較的高いと考えられ、(d)園芸資材については、栽培用植物と比して中程度、(b)切花・切枝及び(c)木材については消費財的な利用であることから、入り込みの可能性は極めて低いと考えられた。

定着の可能性について検討したところ、両種の発生地と日本の気候条件はほぼ一致しており、また、日本には両種の宿主が多数植栽されていることから、定着する可能性は高いと評価する。したがって、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*が、(a)栽培用植物を経路として侵入する可能性は高いと評価し、(d)園芸資材については、可能性は中程度、(b)切花・切枝及び(c)木材については、可能性は極めて低いと評価する。

4 日本におけるまん延の可能性

入り込みの可能性の項で記述したように*P. ramorum*は、栽培用植物の人為的な移動により分布を拡大した(Delatour et. al., 2002; CFIA, 2003a; APHIS, 2004a)。また、米国においては、発生地に立ち入ったキャンパーあるいは車両により汚染土壌が付着し、運ばれることにより本菌が分散する可能性があると報告されている(WSDA, 2004; Rizzo and Garbelotto, 2003)。自然分散では、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の両種とも育苗園など狭いスペースで植物が管理されていた場合、罹病植物との接触で感染する可能性がある。また病斑上に形成された遊走子のうが風雨により飛散し、周囲にまん延する可能性も報告されている(Rizzo et. al., 2002a; Davidson et. al., 2002; EPPO, 2006)。特に遊走子のうの飛散によるまん

延の場合、両種とも生育温度等の特性から推測して、湿度が高く、やや低温で風が強い場合が最も伝搬に適した条件であり、図 1 および 2 に示したように春と秋に気温と湿度が発生地の条件と類似の時期があり、秋期の台風の影響を受ける頃が最もまん延の危険性が高いと思われる。さらに前述のように日本には自生又は植栽されている両種の宿主植物が多く、連続的に分布していることから、侵入した地点において罹病した植物からこれらの植物に感染し広くまん延する可能性は高い。

まん延の可能性の評価

P. ramorum 及び *P. kernoviae* は、宿主植物の人為的な移動及び遊走子のうの飛散により、周囲にまん延する可能性が高い。両種が発生している地域の気候条件と日本の気候条件が同様であること、また、日本には両種の宿主植物が多数植栽されていることから、本菌が侵入した場合、広くまん延する可能性が高い。

5 経済的重要性

(1) 諸外国における直接的な被害程度

米国カリフォルニア州は、苗木の生産が全国で最も大きな地域で、その生産額は年間約 20 億ドルである。同州で生産された苗木類は全米へ出荷されていたが、*P. ramorum* の発生により検疫規則が設定され、他州への宿主植物の移動が制限されることとなり、多額の損失を生じている。また発生調査の結果、本病が確認された育苗園では、20 万本の植物が廃棄され、約 430 万ドルの損失を生じた事例が報告されている (Kimble-Day, 2004)。さらに、カリフォルニア州の育苗園から輸出された苗について全国の育苗園で追跡調査を行った結果、17 州の 125 園で *P. ramorum* が発見され、787,842 本の罹病植物が処分された事例もある (COMTF, 2004)。オレゴン州では、カナダが同州産の宿主植物の輸入を禁止したことにより、1500 万～2000 万ドルの損失が生じた (Regelbrugge, 2002)。

森林における被害としてカリフォルニア州では、コナラ属やベイマツ (Douglas-fir) などで 5000 万ドルの損失を生じていると見積もられており、ベイマツの主産地であるオレゴン州、ワシントン州、カナダ西部ではさらに損失は大きいものと考えられている (NISC, 2004)。

一方、ヨーロッパでは公園、育苗園などのツツジ属、ツバキ属、アセビ属、カナメモチ属植物に葉枯れ、枝枯れ症状を呈した罹病植物が発見されることが多い。罹病植物が発見された場合、検疫的措置により罹病植物の周辺植物も含めて伐採等が行われていることから経済的影響は大きい。

P. kernoviae の損失についてのデータはないが、数種植物に対しては、*P. ramorum* より強い病原性を示すことが判明していることから、同等またはそれ以上の損失が推定される (Forestry Commission, 2006)。

結論： 諸外国において *P. ramorum* 及び *P. kernoviae* は、大きな被害を生じている。罹病植物及びその周辺植物も含めて伐採等が行われることによる経済的影響も大きい。

(2) 日本において被害を受ける可能性のある宿主植物の量

2002 年 (平成 14 年) の街路樹植栽調査 (国土交通省国土技術政策総合研究所, 2004) では、日本全国で宿主植物のツバキ属約 17 万本、ツツジ属約 6,600 万本、カナメモチ属約 82 万本、ガマズミ属約 2 万 7 千本が植えられている。これらの植物は、高速道路、一般道

および市街地の街路樹として広く用いられている。

また、平成 14 年の日本国内のナラ類及びブナ類の資源量(蓄積量)はそれぞれ約 4 億 m³、1 億 m³(人工林及び天然林)である(林野庁, 2002)。

結論：日本には、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の宿主植物である造園樹木及び自生植物が全国に広く栽培又は自生している。

(3) 日本における被害程度の推定

平成 16 年の生産林業所得統計報告書(林野庁, 2005)によるとナラ類の林業産出額が 33 億円、ブナ類が 7 億 7 千万円であることから、これらの森林で発生した場合の損失は、相当な額になるものと考えられる。

また、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の宿主植物は、高速道路、一般道及び市街地の街路樹として広く用いられており、これらに *P. ramorum* 及び *P. kernoviae* が、発生した場合、大きな被害を受けるばかりだけではなく、これらが新たな感染源となる。

結論：*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* が、日本においてまん延した場合、両種の宿主植物である造園樹木及び自生植物に大きな被害を生じるものと推定される。

(4) まん延した場合の輸出市場への影響

植物検疫統計(農林水産省植物防疫所, 1999-2003)によると、過去5年間に*P. ramorum* の宿主植物の輸出は、木材としてコナラ属をインドネシア、中国、台湾へ2,002m³、栽培用植物としてカエデ属、コナラ属、カナメモチ属、ツバキ属、ミズナラ等が韓国、台湾、中国、米国及びヨーロッパ連合等に約19万本輸出された。

日本に*P. ramorum*が侵入・まん延した場合、本種に対して検疫措置を要求している国々への宿主植物の輸出に影響を与える可能性がある。*P. kernoviae*についても同様の影響を与える可能性がある。

結論：日本に*P. ramorum*及び*P. kernoviae*が侵入・まん延すれば、本種の宿主植物に対して諸外国から新たな検疫措置要求又は輸入禁止措置が講じられることが懸念され、輸出への影響があると考えられる。

(5) 防除の難易

P. ramorum 及び *P. kernoviae* の防除法については、現在研究が始まったばかりで情報が少ない(Garbelotto, et. al., 2001, DEFRA, 2005a)。各国における対処方法は罹病宿主植物及びその周囲の宿主植物の除去、焼却処分が中心である(APHIS, 2004c; EU, 2002; Goheen et al., 2002b; DEFRA, 2005b)。

森林で発生した場合の防除効果は、発生した面積と場所(居住地からの距離)等に大きく依存する。発見が初期であること、罹病樹が少ないこと、都市から近距離であること等の場合を除いては本病の撲滅は困難であると考えられる。一方、公園あるいは育苗園での発生の場合、発生が限定的であることから比較的容易に根絶が可能であり(DEFRA, 2003)、カナダのブリティッシュ・コロンビア州での撲滅事例は、発見された育苗園が 1 ヶ所であったことと、米国当局からの情報提供が迅速であったことから *P. ramorum* を非常に早期に発見できたことにより、撲滅が成功したものである(CFIA, 2004; WSDA, 2004)。

ヨーロッパ連合加盟国では *P. ramorum* のヨーロッパ連合域内での移動を防ぐために法的規制を行い(EU, 2002)、その拡散を防ぎ、発生が確認された場合には適切な措置を執る

ことになっている。しかし、英国では育苗園などのツツジ属及びガマズミ属植物から新たな発生が報告されている (DEFRA, 2004a)。

以上のように、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* を撲滅することは困難であり、日本では、両種の宿主植物が多く植栽されていることから、発見が遅れ発生範囲が拡大した場合、防除は困難であると予想される。

結論：*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* を撲滅する防除法は、現在まで確立されていないため、ひとたび侵入・まん延すれば、両種とも撲滅防除することは困難である。

(6) まん延した場合の防除経費への影響

P. ramorum 及び *P. kernoviae* の防除経費の推定については、日本のある街路樹に両種が発生した場合を想定し、防除経費を試算したところ、根絶を目指した防除に要する費用（まん延防止に係る罹病樹及び周辺樹の伐採・焼却、それらの買い上げ経費、人件費等）の推定額はおおよそ罹病樹 1 本当たり 4 万円(中高木)～1 万円(低木)と見積もられた。このほか全国での発生調査費用等その他の経費も必要となることから、*P. ramorum* が日本に侵入した場合の経済的被害額はさらに大きくなり、また、万一、日本にまん延した場合は、莫大な防除経費が必要となり、経済的損失が恒久的に続くことになる。

米国では、USDA が国内の無発生地域への *P. ramorum* のまん延を防ぐために 2004 年 5 月、1,550 万ドルの財源を確保した(USDA, 2004)。

結論：*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* が侵入・まん延した場合、罹病樹等の伐採・焼却の防除が必要であることから、防除経費は莫大となり、経済的負担が増加する。

(7) 非商業的及び環境的重要性

マテバシイ属の一種の tanoak、コナラ属の coast live oak (*Quercus agrifolia*), California black oak (*Q. kelloggii*) は、*P. ramorum* に対し感受性が高く、激しく発病し枯死に至る。米国カリフォルニア州の tanoak の森林では、5～12% の樹木が感染し、森林の景観が褐色からやがては落葉のため灰色を呈するようになったとの報告がある (Worrall, 2006)。同州の中部沿岸部モントレイ郡からモンドシオ南部にかけてのおよそ 325 km に渡って、森林ではこれらの景観がパッチ状に散在して観察された(Rizzo, et. al., 2002a)。

また、カリフォルニア州は乾燥した気候であるため、大規模な森林火災がたびたび発生しているが、これらの森林は延焼を食い止めるための防火障壁の役目を果たしており森林が枯れることにより、森林火災の危険性が高まっている。さらに森林は生物多様性保全、地球環境保全、土砂災害防止／土壌保全、水源涵養、保健・レクリエーション機能などの重要な機能を有しており、これらについても影響があるものと推測されている。

ヨーロッパでは、*P. ramorum* は、公園、庭園において発生が確認され、*P. kernoviae* は、英国の丘陵地帯(heathland)において発生が確認されている。この発生についても同様に樹齢数十年以上のツツジが枯れるなど、景観を損ねるという環境的な被害を生じている。

日本は国土面積の 67% を森林が占める森林国(日本林業技術協会, 2001)であり、北海道に見られるエゾマツ・トドマツを中心とする亜寒帯林、東北地方のブナやミズナラ林に代表される冷温帯林、西南日本のシイ・カシを中心とする照葉樹林、南西諸島の亜熱帯林など様々な森林が成立している(佐橋, 2004)。さらに両種の宿主植物が造園樹木として庭園や都市の緑化のために多く植栽されており、両種とも日本に侵入・まん延した場合、環境への影響は大きいと考えられる。

結論：*P. ramorum*及び*P. kernoviae*が侵入・まん延した場合、環境的な被害を生じる可能性は大きいものと推定される。

経済的重要性の評価

P. ramorum 及び *P. kernoviae* が日本に侵入・まん延した場合、森林への環境的な影響及び園芸・造園業に与える影響は大きい。また、本病の発生に伴い日本産宿主植物の苗木、盆栽及び木材等の輸出市場を失う可能性がある。両種による病害の防除法はまだ確立されておらず、侵入・まん延した場合の撲滅は極めて困難であり、新たな防除経費が恒久的に必要となる。したがって、両種が侵入・まん延した場合、経済的な損害及び環境への影響が発生する可能性があり、経済的重要性は高い。

6 不確実性を伴う事実

森林における*P. ramorum*の被害については正確に評価することは難しいとの記載がある。(CABI, 2006)。米国カリフォルニア州で発生しているコナラ属やマテバシイ属の一種が枯れるなどの被害の原因は*P. ramorum*だけではなく*P. ramorum*以外の形態的に類似した*Phytophthora*属菌の感染、糸状菌の一種*Hypoxyylon thouarsianum*や養菌性キクイムシ (ambrosia beetle) の数種 (*Monarthrum* spp.)あるいはoak bark beetle(*Pseudopityophthorus* spp.)等の寄生、多雨などの気候の変化及び森林の植生の変化などにより、幾つか複数の要因が密接に関係し顕在化したと推測する報告がある(Rizzo and Garbelotto, 2003; Garbelotto, et. al., 2001, Davidson et. al., 2003)。したがって、植生が異なる我が国の森林に対する影響については不確実性が伴う。

7 病害虫危険度評価の結論

*P. ramorum*及び*P. kernoviae*について特定した(a)栽培用植物、(b)切花・切枝、(c)木材、及び(d)園芸資材の4つの経路についての評価結果は下表4のとおりである。その結果、(b)切花・切枝及び(c)木材については、侵入の可能性が極めて低いと判断したことから、現状の輸出国における検査及び日本での輸入検査以外の新たな危険度管理措置を導入する必要はないと判断したが、(a)栽培用植物及び(d)園芸資材については、侵入の可能性が高いと判断したことから、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の日本への侵入を防ぐために新たな危険度管理措置の導入を必要とすると判断した。

表4 *Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*の評価結果

経 路		侵入（入り込み・定着）の可能性	まん延の可能性	経済的重要性	新たな危険度管理の必要性
	栽培用植物	高い	高い	高い	○
	切花・切枝	極めて低い			×
	木材	極めて低い			×
	園芸資材	中程度			○

第3章 病虫害危険度管理

1 はじめに

第2章の危険度評価の結果、*Phytophthora ramorum* 及び *P. kernoviae* は、現状の植物検疫措置では、(a)栽培用植物及び(d)園芸資材の2つの経路により、日本に侵入・まん延する可能性があると考えられ、各経路についてそれぞれ新たな危険度管理措置を導入することが必要と判断した。

本章では、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の発生国からの宿主植物の輸入に伴う侵入の危険度を低減させるための危険度管理について検討する。

2 適切な危険度管理の選択肢の特定及び選択

(1) 想定される植物検疫措置の選択肢及びその有効性

危険度管理が必要と判断した(a)栽培用植物及び(d)園芸資材の経路について、*P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の発生国からの宿主植物の輸入に伴う侵入の危険度を低減させるため、国際基準等を参考にし、有効性があると思われる植物検疫措置として、以下の措置を選択肢として検討した。

- ア 国際基準No.4に規定される病虫害無発生地域(Pest Free Area)の指定
- イ 国際基準No.10に規定される病虫害無発生生産地(Pest Free Place of Production)及び病虫害無発生生産用地(Pest Free Production Site)の指定
- ウ 栽培地検査
- エ 熱処理
- オ 室内精密検定
- カ 輸出検査
- キ 輸入検査
- ク 隔離検疫
- ケ 輸入禁止

ここで、上記ケの輸入禁止の措置は、上記アからクの措置に効果がなく、あるいは実行不可能な場合にのみ適用される最終的な選択肢である。したがって、より貿易制限的ではない上記アからクまでの選択肢について、個々の植物検疫措置の有効性を検討するとともに、単独の措置で *P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の入り込みを防ぐことができないと判断された場合は、それらを組み合わせた場合の有効性を検討した。

ア 病虫害無発生地域の指定

病虫害無発生地域(以下「PFA」という。)の設定及び維持には、国家植物防疫機関により①病虫害の無発生を設定するシステム、②病虫害の無発生を維持するための植物検疫措置、③病虫害の無発生が維持されていることを証明するための調査、等が適切に履行、立証されなくてはならない(FAO, 1996)。

PFAの必要条件が満たされて機能した場合、各経路((a)栽培用植物及び(d)園芸資材)に関係した *P. ramorum* 及び *P. kernoviae* の入り込みを低減させる検疫措置として有効であると判断した。

イ 病虫害無発生生産地及び病虫害無発生生産用地の指定

病虫害無発生生産地(以下「PFPP」という。)及び病虫害無発生生産用地(以下「PFPS」という。)の設定及び維持には、上記PFAの設定要件①から③に加えて④生産物の同一性、⑤荷口の完全性、及び⑥植物検疫上の安全性が保証されることが国家植物防疫機関により適切に履行、立証されなくてはならない(FAO, 1999)。また、適用される病虫害の特性として、①自然分散能力は短距離である、②人為的まん延の可能性が限られている、③寄主範囲は狭い、等の必要条件が要求されるが、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の特性は遊走子のう等の飛散により分散すること、宿主植物の移動、培養土、作業靴、農機具類等により人為的に移動する可能性が高いこと、宿主範囲が広いこと等からPFPP及びPFPSの設定・維持に障害となるこれらの要素があることを考慮する必要がある。

このことから、当該措置の有効性を確保するためには、①両種の発生場所からの PFPP 及び PFPS の隔離（必要な場合は緩衝地帯、障壁の設置）、② PFPP 及び PFPS 内への感染源（汚染された輸出用以外の宿主植物、用水、培養土、作業靴、農機具類等）の持ち込み禁止、③病虫害無発生の達成又は維持のための精度の高い検査、④国家植物防疫機関による監督等、一連の管理手続き及び検査等を徹底する必要がある(FAO, 1999)。

したがって、当該措置は、このような条件が満たされる限りにおいては、(a)栽培用植物に対して一定の効果が期待できると判断した。ただし、(d)園芸資材については、生産ほ場ではなく、一般に自然状態に近い広大な場所の設定が想定されることから、上述の一連の管理手続き及び検査は困難であり、有効性はないと判断した。

ウ 栽培地検査

栽培地検査は、輸入時の検査において発見が困難な検疫有害動植物について、輸出国において栽培期間中の検査を要求するものであって、その検査の結果、対象となる検疫有害動植物が付着していないことを記載した植物検疫証明書が添付されなければならない。米国では連邦規則に基づき規制地域から他州へ移動する*P. ramorum*の栽培用の宿主植物については、植物検疫機関によるほ場検査を義務づけている(APHIS, 2004a)。ほ場検査の方法についてはマニュアルが作成され、検査時期、サンプル数、室内精密検査方法などが定められている (APHIS, 2005)。これによると検査は病徴が最も現れやすい時期に行うよう規定されており、*P. ramorum*の病徴は、気温3～28℃（適温20℃）、適度な湿り気が10日間以上続いたときに現れやすいため、調査の時期としては、春期に新芽が形成されてから30～90日間の間が適期であるとされている。調査において疑わしい病徴が発見された場合は、サンプリングを行い、ELISA、PCR等の精密検査が実施される。このような公的機関による栽培地検査を輸出国において実施し、両種が付着していないことを植物検疫証明書に記載して輸入することにより、両種の入り込みの危険度を低減させる検疫措置として有効であると評価する。しかしながら、当該措置は育苗園又は生産ほ場等の限定的な場所において有効であるため、(a)栽培用植物に対して一定の効果が期待できると判断し、(d)園芸資材については、前述のPFPP及びPFPSと同様の理由により有効性はないと判断した。

エ 熱処理

*P. ramorum*の殺菌方法として、化学的処理法は確立されていないが、熱処理が有効とされている。

カナダは、非栽培用植物の枝葉に71℃で1時間以上の熱湯浸漬を義務づけ、米国も非

栽培用宿主植物に同様な措置を義務づけている(CFIA, 2003b; APHIS, 2004d)。

Baker and Cook (1974) は、*Phytophthora*属菌、*Pythium*属菌は、湿熱条件下で56℃、30分間の処理で死滅すると報告している。オーストラリア、カナダ及び台湾は、木材輸入の処理条件として材の中心温度が56℃で30分以上の熱処理条件を掲げている(AQIS, 2003; CFIA, 2003b, 中華民国行政院農業委員会, 2006)。

したがって、当該措置は、熱処理による障害の発生が少ないと思われる(d)園芸資材の経路に対して一定の効果が期待できると判断し、障害が発生すると思われる(a)栽培用植物に対しては、障害が発生する可能性が低い一部のものについてのみ効果があると判断した。なお、*P. kernoviae*の熱処理に関する情報はないが、生育適温を含め生態的特徴は*P. ramorum*と類似していることから、56℃、30分間以上の処理は有効であると推察される。

オ 室内精密検定

米国の苗木ほ場における*P. ramorum*の発生調査マニュアルでは、目視検査で本菌の病徴と思われる植物の葉や茎（落葉を含む）を採取し、続いて室内検定で選択培地による菌の分離・形態観察及び遺伝子診断法(PCR)による同定を行うとしている。さらに土壌、培養土及び灌漑水についても室内検定を行うこととしている(APHIS, 2004c; 2005)。 *P. kernoviae*についても、遺伝子診断法(PCR)が開発されており、同様の検定が可能である。

これらのことから、当該措置は、(a)栽培用植物及び(d)園芸資材において*P. ramorum*の検出に一定の効果があると考えられた。しかしながら、検査に時間を要すること、多量の試料を処理できないことによる検査数量に制限があることなどから、その効果は限定的なものであると判断した。

カ 輸出検査

輸出検査は、葉、枝及び幹等に病徴を示す植物及び土の付着を検出し、これらが混入する荷口を除去する上で、措置として効果があると判断した。また、植物又は植物生産物が輸出検疫上の諸条件を満たすこと及び荷口の同一性を確保する上で、植物検疫証明書の添付が必要である。さらに上記アからオの各措置が適切に実施されたかどうかを確認するためにも重要である。

ただし、リスクの高い品目について、輸出検査のみで対応しようとする場合、精度の高い、綿密な検査が必要とされるが、輸出時にこのような検査を行うことは、品質保持や経費の観点から貿易制限性が高いと考えられる。

キ 輸入検査

輸入検査は、輸入時の病虫害の発見、侵入阻止の効果において重要である。したがって、検査における植物の検査抽出量は、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の病徴を検出するために統計学的に必要なかつ十分な数量とすべきである。さらに上記アからカ各措置が適切に実施されたかどうかを確認するためにも重要である。

ただし、リスクの高い品目について、輸入検査のみで対応しようとする場合、精度の高い、綿密な検査が必要とされるが、輸入時にこのような検査を行うことは、品質保持、経費、物流の阻害などの観点から貿易制限性が高いと考えられる。

ク 隔離検査

隔離検査は、栽培の用に供する植物を対象として、隔離ほ場等において、一定期間栽培し、検査を行うものである。輸入検査時に病徴が不明瞭であったりした場合でも、病徴を確認しやすい適切な時期まで管理することにより、病原菌の発見が容易となる。さらに検出に時間を要する検査も実施可能となるなど、海空港における輸入検査で発見が困難な検査有害植物にとって有効な検査方法である。隔離検査は、一般にウイルス等の自然分散の危険性が少ない病原体について有効であると考えられる。しかしながら、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*は、宿主植物上で容易に分散可能な遊走子のう等を大量に形成すること、灌水、雨水などにより伝搬することから、日本国内で隔離検査を行うことは、病原菌分散の高い危険性を伴うこととなる。以上のことから、隔離検査は有効ではないと判断した。

特定した経路に対する想定される植物検査措置の選択肢とその有効性を表5に取りまとめた。

表5 特定した経路に対する植物検査措置の有効性

経路	特定した経路	植物検査措置							
		PFA	PFPP ・PFPS	栽培地 検査	熱 処理	室内精 密検定	輸出 検査	輸入 検査	隔離 検査
a	栽培用植物	◎	◎	◎	—	○	○	○	×
d	園芸資材	◎	×	×	○	○	○	○	×

◎：最も効果がある ○：他の措置との組み合わせで効果がある ×：効果がない —：不明

(2) 植物検査措置の選択肢の実行上の難易

この項では、上記(1)の経路により*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の宿主植物の輸入に伴う危険度を低減させるため有効とされた植物検査措置の選択肢について(表5)、現実面での実行可能性(実行上の難易)を検討した。

① 栽培用植物

栽培用植物に対する検査措置として、PFA、PFPP・PFPSの設定・維持、栽培地検査、室内精密検定、輸出検査及び輸入検査が効果がある選択肢である(表5)。

PFA及びPFPP・PFPSの設定・維持は、輸出国植物防疫機関により適切に管理されることが条件であるが、実行可能な措置と考えられる。

栽培地検査は、前述のように輸出時の検査では発見が困難な検査有害動植物について輸出国において一定の栽培期間中、検査を行うものであり、輸出国において適切な検査が行われることが条件であるが、実行可能な措置と考えられる。

室内精密検定は、APHIS (2004e)によると同定に要する日数は、選択培地による分離・形態観察で7～11日必要とあり、その後のPCRには通常2日は要するため、現在のところ一連の同定作業には最低2週間は必要と推定される。このため、検定数量が制限されることになり、また、同定のための時間及び経費が新たに必要となる。したがって、この措置は、前述のようにPFA及びPFPP・PFPSの設定・維持のための発生調査及びモニタリングの手法あるいは栽培地検査に代わる検定方法として輸出国における措置としては有効であると考えるが、大量の植物を迅速に検査することを求められる輸入の

検査に用いることは、実行上難しいと考えられる。また、抽出の方法、検査数量、検査方法など科学的な根拠を基に実施されなければならない。

現行の輸出入検査は、PFAあるいはPFPP・PFPSの指定、栽培地検査、輸出国での室内精密検定が確実に履行されたことを確認する上で必要であり、実行上の問題は無い。

以上のことから、PFAあるいはPFPP・PFPSの指定、栽培地検査、輸出国での室内精密検定、輸出検査及び輸入検査を組み合わせた措置が実行可能であると判断された（表6）。

② 園芸資材

園芸資材に対する検疫措置として、PFAの設定・維持、熱処理、室内精密検定、輸出検査及び輸入検査が効果のある選択肢である（表5）。

PFAの設定・維持は、輸出国植物防疫機関により適切に管理されることが条件であるが、実行可能な措置と考えられる。

落葉等は加熱による障害のおそれは少ないことから、熱処理は実行可能な措置と考えられる。

室内精密検定は、前述のように検定数量が制限され、大量の植物を迅速に検査することを求められる輸入の現場で実施することは、実行上難しいと考えられるが、輸出国においては実行可能と判断した。

また、現行の輸出入検査は前述と同様にPFAあるいは熱処理が確実に履行されたことを確認する上で必要である。

以上のことから、PFA、熱処理、室内精密検定にそれぞれ現行の輸出及び輸入検査を組み合わせた措置を採用することが適当と判断された（表6）。

表6 特定した経路に対する植物検疫措置の実行上の難易

経路	特定した経路	植物検疫措置							
		PFA	PFPP ・ PFPS	栽培地 検査	熱 処理	室内精 密検定	輸出 検査	輸入 検査	隔離 検疫
a	栽培用植物	○	○	○	×	△	○	○	×
d	園芸資材	○	—	—	○	△	○	○	—

○：実行が容易 △：実行が可能であるが制限される ×：実行が困難 —：該当無し

（3） 植物検疫措置の選択肢の採否結果

以上の検討の結果、それぞれの経路について*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の侵入の危険度を低減させることが可能であり、かつ必要以上に貿易制限的ではないと判断した措置として各経路ごとに以下の選択肢を採用した。

① 栽培用植物

栽培用植物に対しては複数の検疫措置の組み合わせによる、次の3つの選択肢が考えられた（表7）。①PFA、輸出検査及び輸入検査、②PFPP・PFPS、輸出検査及び輸入検査、あるいは③栽培地検査、輸出検査及び輸入検査の組み合わせのいずれかの措置を採用することにより、両種の侵入の危険度を低減させることが可能であると思われる。

原産国ですでにPFA又はPFPP・PFPSが設定されている場合は、選択肢①、②の措置がより貿易制限的ではないと考えられるが、そのような設定がなされていない場合は、③の輸出国における栽培地検査及び現行の輸出検査、日本における現行の輸入検査で対応することが最も貿易制限的ではないと考えられる（表7）。

なお、これらの措置が適用できない場合は、輸入を禁止とする必要がある。

表7 栽培用植物に対する植物検疫措置の選択肢

経路	特定した経路	選 択 肢	植物検疫措置の組み合わせ				
			PFA	PFPP ・ PFPS	栽培地 検査	輸出 検査	輸入 検査
a	栽培用植物	①	○			○	○
		②		○		○	○
		③			○	○	○

② 園芸資材

園芸資材に対しては、①PFAに現行の輸出入検査を組み合わせた措置、②熱処理に現行の輸出入検査を組み合わせた措置により、両種の侵入の危険度を低減させることが可能であると判断された（表8）。

なお、これらの措置を適用できない場合は、輸入を禁止とする必要がある。

表8 園芸資材に対する植物検疫措置の選択肢

経路	特定した経路	選 択 肢	植物検疫措置の組み合わせ			
			PFA	熱処理	輸出 検査	輸入 検査
d	園芸資材	①	○		○	○
		②		○	○	○

3 植物検疫措置を講じた後の*Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*の侵入の可能性

上記2（3）で採用された措置を講じることにより、*P. ramorum*及び*P. kernoviae*の日本へ侵入の可能性を極めて低い段階まで減少させ、植物検疫上の安全性を確保できると判断された。

また、(b)切花・切枝及び(c)木材については、すでに第2章において、現状の措置でも侵入の可能性は極めて低いものと判断した。

したがって、これらの措置が適切に維持される限りにおいては、特定された4つの経路を介して*P. ramorum*及び*P. kernoviae*が日本に侵入する可能性は、実質上ないと考えられる。

4 病虫害危険度管理の結論

以上の病虫害危険度評価及び病虫害危険度管理を総合的に解析した結果、(a)栽培用植物及び(d)園芸資材については本章で特定した新たな危険度管理措置を導入することにより、また(b)切花・切枝及び(c)木材については現状の危険度管理措置により、*Phytophthora ramorum*及び*P. kernoviae*の日本へ侵入の可能性を極めて低い段階まで減少させることが可能であるという結論に達した。

付録1 *Phytophthora ramorum* に対する各国の規制対象植物一覧

No.	学名	英名	科名	属名	規制を行っている国							
					米国	カナダ	EU	NZ	AU	英国	韓国	台湾
1	<i>Abies</i> spp.	True fir	マツ	モミ属		○			○			
	<i>Abies concolor</i>	white fir			○*					○		
	<i>Abies grandis</i>	giant fir			○*			○		○	○**	○
	<i>Abies magnifica</i>	red fir			○*					○		
2	<i>Acer</i> spp.	maple	カエデ	カエデ属		○			○			
	<i>Acer circinatum</i>	vine maple			○*					○		
	<i>Acer davidii</i>	striped bark maple			○*					○		
	<i>Acer laevigatum</i>	evergreen maple			○*					○	○	○
	<i>Acer macrophyllum</i>	big leaf maple			○		○	○		○	○	○
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	planetree maple			○					○	○	
3	<i>Adiantum</i> spp.	maidenhair fern	ワラビ	アジアンタム属		○			○			
	<i>Adiantum aleuticum</i>	western maidenhair fern			○					○	○	○
	<i>Adiantum jordanii</i>	California maidenhair fern			○					○	○	○
4	<i>Aesculus</i> spp.	buckeye	トチノキ	トチノキ属		○			○			
	<i>Aesculus californica</i>	California buckeye			○		○	○		○	○	○
	<i>Aesculus hippocastanum</i>	horse chestnut			○		○	○		○	○	○
5	<i>Alnus</i> spp.	alder	カバノキ	ハンノキ属					○		○	
6	<i>Andromeda</i> spp.	Andromeda	ツツジ	ヒメシャクナゲ属								
	<i>Andromeda polifolia</i>	Andromeda										
7	<i>Annona</i> spp.	sugar apple	バンレイシ	バンレイシ属					○			
8	<i>Arbutus</i> spp.	Madrone	ツツジ	アルブツス属		○			○			
	<i>Arbutus menziesii</i>	madrone			○		○	○		○	○	○
	<i>Arbutus unedo</i>	strawberry tree			○*		○	○		○	○**	○
9	<i>Arctostaphylos</i> spp.	manzanita, bearberry kinnikinnick	ツツジ	アルクトスタフィロス属		○			○			
	<i>Arctostaphylos columbiana</i>	manzanita			○*		○			○		
	<i>Arctostaphylos manzanita</i>	manzanita			○		○	○		○	○	○
	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	kinnikinnick			○*							
10	<i>Ardisia</i> spp.	coralberry, spiceberry	ヤブコウジ	ヤブコウジ属		○			○			
	<i>Ardisia japonica</i>	ardisia			○*					○		
11	<i>Betula</i> spp.	birch	カバノキ	カバノキ属					○			
12	<i>Calluna</i> spp.	heather, common heather	ツツジ	カルナ属		○			○			
	<i>Calluna vulgaris</i>	heather			○			○		○	○**	○
13	<i>Calycanthus</i> spp.	Spice Bush	ロウバイ	クロバナロウバイ属		○			○			
	<i>Calycanthus occidentalis</i>	Spice Bush			○*					○		○
14	<i>Camellia</i> spp.	camellia	ツバキ	ツバキ属	○	○	○	○	○	○		○
	<i>Camellia japonica</i>	camellia									○	
	<i>Camellia reticulata</i>	camellia									○**	
	<i>Camellia sasanqua</i>	camellia									○**	
	<i>Camellia</i> × <i>williamsii</i>	camellia									○**	
15	<i>Carpinus</i> spp.	hornbeam, ironwood	カバノキ	クマシデ属					○			
16	<i>Castanea</i> spp.	chestnut	ブナ	クリ属		○			○			
	<i>Castanea sativa</i>	sweet chestnut			○		○	○		○	○	○
17	<i>Castanopsis</i> spp.	giant chinkapin	ブナ	シイ属		○			○			○
	<i>Castanopsis orthacantha</i>				○*					○		
18	<i>Ceanothus</i> spp.	blueblossom, ceanothus	クロウメドキ	ケアノツス属		○			○			○
	<i>Ceanothus thyrsiflorus</i>	blueblossom			○*					○		
19	<i>Ceratonia</i> spp.	ceratonia	マメ	ケラトニア属					○			
20	<i>Chamaecyparis</i> spp.	false cypress	ヒノキ	ヒノキ属					○			
21	<i>Chimaphila</i> spp.		イチヤクソウ	ウメガサソウ属					○			
22	<i>Cinnamomum</i> spp.	Cinnamon, camphor	クスノキ	クスノキ属		○			○			○
	<i>Cinnamomum camphora</i>	comphor			○*					○		

No.	学名	英名	科名	属名	規制を行っている国							
					米国	カナダ	EU	NZ	AU	英国	韓国	台湾
23	<i>Cistus</i> spp.	rock rose	ハンニチバナ	キスツス属					○			
24	<i>Clematis</i> spp.	clematis	キンポウゲ	クレマチス属					○			
25	<i>Clintonia</i> spp.	clintonia, bluebead lily	ユリ	ツバメオモト属		○			○			
	<i>Clintonia andrewsiana</i>	Andrew's clintonia bead lily			○*			○		○		○
26	<i>Cornus</i> spp.					○						
	<i>Cornus kousa</i> × <i>Cornus</i>	Cornus Norman Haddon			○*					○		
27	<i>Corylus</i> spp.	hazelnut, filbert	ブナ	ハシバミ属		○			○			
	<i>Corylus cornuta</i>	California hazelnut			○*			○		○	○**	○
28	<i>Corylopsis</i> spp.	winter hazel	マンサク	トサミズキ属		○						
29	<i>Distylium</i> spp.	dystilium	マンサク	イスノキ属		○			○			
	<i>Distylium myricoides</i>				○*							
30	<i>Drimys</i> spp.	winter's bark	シキミモドキ	ドリミス属		○			○			
	<i>Drimys winteri</i>	winter's bark			○*			○		○	○**	○
31	<i>Dryopteris</i> spp.	wood fern	オシダ	オシダ属		○			○			
	<i>Dryopteris arguta</i>	California wood fern			○*			○		○		○
32	<i>Empetrum</i> spp.	crowberry	ガンコウラン	ガンコウラン属					○			
33	<i>Erica</i> spp.	heath	ツツジ	エリカ属					○			
34	<i>Eucalyptus</i> spp.	Australian gum, eucalypt	フトモモ	ユーカリノキ属		○			○			
	<i>Eucalyptus haemastoma</i>	scribbly gum			○*					○		
35	<i>Euonymus</i> spp.	spindle tree, strawberry bush	ニシキギ	ニシキギ属		○			○			
	<i>Euonymus kiautschovicus</i>	spreading euonymus			○*					○		
36	<i>Fagus</i> spp.	beech	ブナ	ブナ属		○			○			
	<i>Fagus sylvatica</i>	European beech			○		○	○		○	○	○
37	<i>Frangula</i> (= <i>Rhamnus</i>) spp.	Cascara, coffeeberry	クロウメモドキ	クロウメモドキ属		○			○			
	<i>Frangula californica</i> (= <i>Rhamnus californica</i>)	California coffeeberry			○		○	○		○	○	○
	<i>Frangula purshiana</i> (= <i>Rhamnus purshiana</i>)	Cascara			○			○		○	○	○
38	<i>Fraxinus</i> spp.	European ash	モクセイ	トネリコ属		○			○			
	<i>Fraxinus exelsior</i>	European ash			○					○		○
	<i>Fraxinus latifolia</i>	Oregon ash			○*					○	○	○
39	<i>Fuchsia</i> spp.	fuchsia, ladies'-eardrops	アカバナ	フクシア属					○			
40	<i>Gaultheria</i> spp.	checkerberry, salal	ツツジ	シラタマノキ属		○			○			
	<i>Gaultheria shallon</i>	salal, Oregon wintergreen			○*					○		
41	<i>Gevuina</i> spp.	chilean hazel	ヤマモガシ	ゲウイナ属					○			
	<i>Gevuina avellana</i>											
42	<i>Griselinia</i> spp.	New Zealand privet	ミズキ	グリセリーニア属		○			○			
	<i>Griselinia littoralis</i>	Griselinia			○					○		○
43	<i>Hamamelis</i> spp.	witch hazel	マンサク	マンサク属		○			○			
	<i>Hamamelis mollis</i>	Chinese witchhazel			○*					○		
	<i>Hamamelis virginiana</i>	witch hazel			○		○	○		○		○
	<i>Hamamelis</i> × <i>intermedia</i> (<i>H. mollis</i> & <i>H. japonica</i>)	hybrid witchhazel			○*					○		
44	<i>Hedera</i> spp.	ivy	ウコギ	キヅタ属					○			
45	<i>Heteromeles</i> spp.	Christmas berry	バラ	ヘテロメレス属		○			○			○
	<i>Heteromeles arbutifolia</i>	toyon			○		○	○		○	○	
46	<i>Ilex</i> spp.	holly	モチノキ	モチノキ		○			○			
	<i>Ilex purpurea</i>	oriental holly			○*							
47	<i>Kalmia</i> spp.	mountain laurel	ツツジ	カルミア属		○			○			
	<i>Kalmia angustifolia</i>	kalmia			○*					○		
	<i>Kalmia latifolia</i>	mountain laurel			○		○	○		○	○	○
48	<i>Laurus</i> spp.	laurel	クスノキ	ゲッケイジュ属		○			○			
	<i>Laurus nobilis</i>	bay laurel			○			○		○	○	○
49	<i>Leucothoe</i> spp.	leucothae	ツツジ	イワナンテン属		○			○	○		
	<i>Leucothoe axillaris</i>	fetterbush, dog hobble			○*					○		

No.	学名	英名	科名	属名	規制を行っている国							
					米国	カナダ	EU	NZ	AU	英国	韓国	台湾
	<i>Leucothoe fontanesiana</i>	drooping leucotheo			○*		○	○		○	○**	○
	<i>Leucothoe walteri</i>	leaucothae										
50	<i>Linnaea</i> spp.	twinflower	スイカズラ	リンネソウ属					○			
51	<i>Liriodendron</i> spp.	tulip tree	モクレン	ユリノキ属					○			
	<i>Liriodendron tulipifera</i>									○		
52	<i>Lithocarpus</i> spp.	tanbark, oak, tanoak	ブナ	マテバシイ属		○			○		○	
	<i>Lithocarpus densiflorus</i>	tanoak			○		○	○				○
53	<i>Lonicera</i> spp.	honeysuckle	スイカズラ	スイカズラ属		○			○			
	<i>Lonicera hispidula</i>	California honeysuckle			○		○	○		○	○	○
54	<i>Loropetalum</i> spp.	loropetalum	マンサク	トキワマンサク属		○						
	<i>Loropetalum chinense</i>				○*							
55	<i>Magnolia</i> spp.	magnolia	モクレン	モクレン属		○			○	○		
	<i>Magnolia grandiflora</i>	southern magnolia			○*							
	<i>Magnolia stellata</i>	star magnolia			○*							○
	<i>Magnolia × loebneri</i>	Loebner magnolia			○*							○
	<i>Magnolia × soulangeana</i>	saucer magnolia			○*							○
56	<i>Maianthemum</i> spp.	false Solomon's seal	ユリ	マイヅルソウ属		○						
	<i>Mainantheum racemosum</i> (= <i>Smilacina racemosa</i>)	false Solomon's seal			○			○		○		○
57	<i>Malus</i> spp.	apple	バラ	リンゴ属					○			
58	<i>Manglietia</i> spp.	manglietia	モクレン	モクレンモドキ属		○			○			
	<i>Manglietia insignis</i>				○*							
59	<i>Michelia</i> spp.	Michelia	モクレン	オガタマノキ属		○			○			
	<i>Michelia doltsopa</i>	Michelia			○					○	○	○
	<i>Michelia maudiae</i>	Michelia			○*					○		
	<i>Michelia wilsonii</i>	Michelia			○*					○		
60	<i>Nerium</i> spp.	oleander	キョウチクトウ	キョウチクトウ属		○			○			
	<i>Nerium oleander</i>	oleander			○*							
61	<i>Nothofagus</i> spp.	Roble beech	ブナ	ナンキョクブナ属		○			○			
	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble beech			○*					○		○
62	<i>Olea</i> spp.	olive	モクセイ	オリーブ属					○			
63	<i>Osmanthus</i> spp.	devil-weed, devilwood	モクセイ	モクセイ属		○			○			
	<i>Osmanthus decorus</i> (= <i>Phillyrea decora</i> ; <i>P.</i> <i>Osmanthus delavayi</i>	Osmanthus			○*					○		
	<i>Osmanthus fragrans</i>	delavay tea olive			○*							
	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	sweet olive			○*							
		holly olive			○*					○		
64	<i>Osmorhiza</i> spp.	Osmorhiza	セリ	ヤブニンジン属		○			○			
	<i>Osmorhiza berteroi</i>	sweet cicely			○*					○	○	○
65	<i>Parakmeria</i> spp.	parakmeria	モクレン	バラクメリア属		○			○			
	<i>Parakmeria lotungensis</i>	eastern joy lotus tree			○*							
66	<i>Parrotia</i> spp.	Persian ironwood	マンサク	パロツティア属		○			○			○
	<i>Parrotia persica</i>	Persian ironwood			○					○	○	
67	<i>Photinia</i> spp.	Photinia	バラ	カナメモチ属		○			○		○	○
	<i>Photinia fraseri</i>	Photinia			○					○		
68	<i>Picea</i> spp.	spruce	マツ	トウヒ属					○			
69	<i>Pieris</i> spp.	pieris "forest flame"	ツツジ	アセビ属		○	○	○	○***	○		○
	<i>Pieris formosa</i>	Andromeda									○	
	<i>Pieris formosa × japonica</i>	forest flame andromeda			○						○	
	<i>Pieris formosa</i> var. <i>forrestii</i>	Chinese pieris									○	
	<i>Formosda</i> var <i>forrestii</i> × <i>Pieris japonica</i>										○	
	<i>Pieris floribunda japonica</i>	Brouwer's beauty andromeda			○						○	
	<i>Pieris japonica</i>	variegated and flaming silver andromeda			○						○	
70	<i>Pinus</i> spp.	pine	マツ	マツ属					○			

No.	学名	英名	科名	属名	規制を行っている国							
					米国	カナダ	EU	NZ	AU	英国	韓国	台湾
71	<i>Pistacia</i> spp.	pistachio	ウルシ	トネリハハゼノキ属					○			
72	<i>Pittosporum</i> spp.	Victorian box	トベラ	トベラ属		○			○			
	<i>Pittosporum undulatum</i>	Victorian box			○*			○		○	○	○
73	<i>Populus</i> spp.	aspen, cottonwood, poplar	ヤナギ	ハコヤナギ属					○			
74	<i>Prunus</i> spp.	apricot, almond	バラ	サクラ属		○			○			
	<i>Prunus laurocerasus</i>	English laurel			○*							
	<i>Prunus lusitanica</i>	Portuguese laurel cherry			○*					○		
75	<i>Pseudotsuga</i> spp.	Douglas-fir	マツ	トガサワラ属		○			○			
	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>menziesii</i>	Douglas-fir			○			○		○	○	○
76	<i>Pyracantha</i> spp.	Firethorn	バラ	トキワサンザシ属		○			○			
	<i>Pyracantha koidzumii</i>	formosa firethorn			○*			○		○		○
77	<i>Quercus</i> spp. (=Cyclobalanopsis)	oak	ブナ	コナラ属		○	○		○		○	○
	<i>Quercus acuta</i>	Japanese evergreen oak			○*					○		
	<i>Quercus agrifolia</i>	coast live oak			○			○		○		
	<i>Quercus cerris</i>	Turkey oak			○			○		○		
	<i>Quercus chrysolepis</i>	canyon live oak			○			○		○		
	<i>Quercus ilex</i>	European holm oak			○			○		○		
	<i>Quercus falcata</i>	southern red oak			○			○		○		
	<i>Quercus kelloggii</i>	black oak, California black oak			○			○		○		
	<i>Quercus parvula</i> var. <i>shrevei</i>	Shreve's oak			○			○		○		
	<i>Quercus petraea</i>	Sessile oak			○*					○	○	
	<i>Quercus robur</i>	English oak, trufflr oak										
	<i>Quercus rubra</i>	American northern red oak			○*			○		○		
78	<i>Rhododendron</i> spp.	rhododendron, azalea	ツツジ	ツツジ属	○	○		○	○	○	○	○
79	<i>Ribes</i> spp.	currant, gooseberry	ユキノシタ	スグリ属					○			
80	<i>Rosa</i> spp.	wood rose	バラ	バラ属	○*	○			○			
	<i>Rosa "Meidiland"</i>	hybrid rose			○*					○		
	<i>Rosa gymnocarpa</i>	wood rose			○			○		○	○	○
	<i>Rosa rugosa</i>	Rugosa rose			○*					○		
81	<i>Rubus</i> spp.	salmonberry, raspberry	バラ	キイチゴ属		○			○			
	<i>Rubus spectabilis</i>	salmonberry			○*			○		○	○	○
82	<i>Salix</i> spp.	willow	ヤナギ	ヤナギ属		○			○			
	<i>Salix caprea</i>	Kilmarnock willow			○			○		○	○	○
83	<i>Sambucus</i> spp.	elder, elderberry	スイカズラ	ニワトコ属					○			
	<i>Sambucus nigra</i>	European elder										○
84	<i>Schima</i> spp.	samak, puspa	ツバキ	ヒメツバキ属		○			○	○		○
	<i>Schima wallichii</i>	Chinese guger tree			○*							
85	<i>Sequoia</i> spp.	coast redwood	スギ	セコイア属		○			○			
	<i>Sequoia sempervirens</i>	coast redwood			○		○	○		○	○	○
86	<i>Smilax</i> spp.	catbrier, greenbrier	ユリ	シオデ属					○			
87	<i>Symphoricarpos</i> spp.	snowberry	スイカズラ	シンフォリカルボス属					○			
88	<i>Syringa</i> spp.	Lilac	モクセイ	ハシドイ属		○		○	○			
	<i>Syringa vulgaris</i>	Lilac			○		○			○	○	○
89	<i>Taxus</i> spp.	yew	イチイ	イチイ属		○	○		○			
	<i>Taxus baccata</i>	European yew			○			○		○	○	○
	<i>Taxus brevifolia</i>	Pacific yew			○*			○		○		○
	<i>Taxus × media</i>	yew			○*					○		○
90	<i>Tilia</i> spp.	basswood, lime	シナノキ	シナノキ属					○			
91	<i>Torreya</i> spp.	stinking yew	イチイ	カヤ属		○			○			
	<i>Torreya californica</i>	California nutmeg			○*					○	○	○
92	<i>Toxicodendron (Rhus)</i> spp.	poison oak	ウルシ	ウルシ属		○			○			
	<i>Toxicodendron diversilobum</i>	poison oak			○*					○	○**	○

No.	学名	英名	科名	属名	規制を行っている国							
					米国	カナダ	EU	NZ	AU	英国	韓国	台湾
93	<i>Trientalis</i> spp.	western starflower	サクラソウ	ツマトリソウ属		○			○			
	<i>Trientalis latifolia</i>	pacific starflower, western starflower			○		○	○		○	○	○
94	<i>Tsuga</i> spp.	hemlock spruce	マツ	ツガ属					○			
95	<i>Ulmus</i> spp.	elm	ニレ	ニレ属					○			
96	<i>Umbellularia</i> spp.	California bay laurel, Oregon myrtle	クスノキ	ウンベルラリア属		○			○			
	<i>Umbellularia californica</i>	pepperwood California bay laurel			○		○	○		○	○	○
97	<i>Vaccinium</i> spp.	blueberry, huckleberry	ツツジ	スノキ属		○		○	○			
	<i>Vaccinium ovatum</i>	huckleberry			○		○			○	○	○
98	<i>Vancouveria</i> spp.	Vancouveria	メギ	アメリカイカリソウ属		○			○			
	<i>Vancouveria planipetala</i>	redwood ivy			○*					○	○	○
99	<i>Viburnum</i> spp.	arrow wood, snowball bush	スイカズラ	ガマズミ属	○	○	○	○	○	○	○	○
100	<i>Zenobia</i> spp.	honeycup	ツツジ	ゼノビア属					○			

USDA:February 27, 2007, ○: Proven Host, ○*: Associated Host

CA:September 18, 2006

EPP0:September, 2005

Biosecurity New Zealand, January, 2005

AQIS, August, 2006 (*** *Pieris* spp.に*Lyonia* spp.(ツツジ科ネジキ属を含む))

韓国 G/SPS/N/KOR/98/Add.12、○: prohibited, ○*: regulated plant(PFA or PFPP 又はSOD free の証明)

台湾 行政院農業委員会公告2006/07/19

付録2 *Phytophthora kernoviae* に対する各国の規制対象植物一覧

No.	学名	英名	科名	属名	規制を行っている国		
					米国*	AU	英国
1	<i>Drimys</i> spp. <i>Drimys winteri</i>	winter's bark winter's bark	シキミモドキ	ドリミス属		○	○
2	<i>Hedera helix</i>	ivy	ウコギ	キヅタ属			○
3	<i>Fagus</i> spp. <i>Fagus sylvatica</i>	beech European beech	ブナ	ブナ属	○	○	○
4	<i>Gevuina</i> spp. <i>Gevuina avellana</i>	chilean hazel chilean hazel	ヤマモガシ	ゲウイナ属	○	○	○
5	<i>Ilex aquifolium</i> 'Variegata'	Variegated holly	モチノキ	モチノキ属			○
6	<i>Liriodendron</i> spp. <i>Liriodendron tulipifera</i>	tulip tree tulip tree	モクレン	ユリノキ属	○	○	○
7	<i>Magnolia</i> spp. <i>Magnolia brooklynensis</i> <i>Magnolia cylindrica</i> <i>Magnolia delavayi</i> <i>Magnolia Gresham hybrid</i> <i>JoeMcDaniel</i> <i>Magnolia Gresham hybrid</i> <i>Sayonara</i> <i>Magnolia kobus</i> <i>Magnolia Leonard Messel</i> <i>Magnolia liliflora</i> <i>Magnolia stellata</i> <i>Magnolia wilsonii</i> <i>Magnolia × soulangeana</i>	magnolia Evamaria cucumber tree yellow mountain Chinese evergreen kobus magnolia lily magnolia star magnolia Wilson's magnolia saucer magnolia	モクレン	モクレン属	○	○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
8	<i>Michelia</i> spp. <i>Michelia doltsopa</i>	Michelia Michelia	モクレン	オガタマノキ属	○	○	○
9	<i>Pieris</i> spp. <i>Pieris formosa</i> <i>Pieris japonica</i>	pieris "forest flame" Andromeda variegated and flaming silver andromeda	ツツジ	アセビ属	○	○**	○ ○
10	<i>Prunus laurocerasus</i>	cherry laurel	バラ	サクラ属			○
11	<i>Quercus</i> spp. (=Cyclobalanopsis) <i>Quercus ilex</i> <i>Quercus robur</i>	oak European holm oak English oak, trufflr oak	ブナ	コナラ属	○	○	○ ○
12	<i>Rhododendron</i> spp.	rhododendron, azalea	ツツジ	ツツジ属	○	○	○

*NAPPO Phytosanitary Alert System 2006

AQIS, August, 2006 (** *Pieris* spp.に *Lyonia* spp.(ツツジ科ネジキ属を含む))

付録3 *Phytophthora ramorum* 及び *P. kernoviae* に対する各国の検疫措置

発生国の米国及びカナダ、また域内に発生国があるヨーロッパ連合の *Phytophthora ramorum* に対する「国内・域内規制」及び「輸入規制」について以下に記す。また、未発生国のオーストラリア、大韓民国及び台湾については「輸入規制」を記す。*P. kernoviae* に対する検疫措置を執っているのは米国及びオーストラリアであり、*P. ramorum* の宿主と同様の措置である。

1 米国

(1) 国内規制

- ① 2002 年、宿主植物の人為的移動による *Phytophthora ramorum* のまん延を防ぐために、連邦規則 (7CFR.Part301.92-11) に基づく植物検疫措置が適用され (APHIS, 2002)、その後幾度か改正されている (APHIS 2007)。その概要は、カリフォルニア州の 14 郡及びオレゴン州の 1 郡を検疫地域 (quarantine area: 森林等の自然環境及び圃場での発生が認められている郡) に指定し、この地域からの栽培用宿主植物 (但し、殻斗果及び種子は対象外) 及び非加工宿主木材及び木材生産物 (薪、丸太、製材 (lumber)、バークチップ、バークマルチ、リース、ブーケ、切り花及び切り枝等) の移動を原則的に禁止した。
- ② さらに 2005 年 1 月、新たに規制地域 (regulated area: 「検疫地域」外の郡) をカリフォルニア州、オレゴン州及びワシントン州の一部の郡に設定し、その地域から他州に出荷予定の栽培用植物 (宿主植物及び非宿主植物) については、植物検疫当局による圃場検査に合格した圃場からの植物のみ出荷可能とした (APHIS, 2004a)。
- ③ ジョージア州、カリフォルニア州、オレゴン州なども *P. ramorum* に対する規制を定め、侵入防止を図っている (GDA, 2004; CDFA, 2004; ODA, 2004)。

(2) 輸入規制

- ① ヨーロッパ連合に対し、*Phytophthora ramorum* の宿主に対して栽培地検査を要求。さらに *P. kernoviae* の宿主についても栽培地検査を要求 (DEFRA, 2005a)。また、原則として栽培用植物は輸入許可制度に基づき申請品目毎に審査され、輸入条件が決定される。
- ② リース等の装飾品の輸入条件は、71.1 °C の熱湯に 1 時間以上浸漬及び輸入検査 (APHIS, 2004d)。

2 ヨーロッパ連合 (EU)

(1) 域内規制

域内産以外のツツジ属 (*R. simsii* を除く)、ツバキ属及びガマズミ属植物 (種子及び果実を除く) については、栽培地検査の結果、*Phytophthora ramorum* が当該植物体及びその生産地に認められない場合に、公的証明として "plant passport" が発行され、それを付した植物のみ移動可能としている (EU, 2002; 2004)。

(2) 輸入規制

- ① 栽培用植物
ア 米国産の感受性のある宿主植物には、植物検疫証明書に *Phytophthora ramorum* の非

ヨーロッパ系統（交配型 A2）が発生していない地域(area)で生産されたものであること、かつ産地を明記すること、又は室内検定を含む公的検査を行い、当該系統が宿主植物に認められない旨の追記をすることを規定している(EU, 2002; 2004)。

イ 米国以外の国からのツツジ属(*R. simsii* を除く)、ツバキ属及びガマズミ属植物（両属の種子及び果実を除く）については、委員会指令 92/105/EEC に基づき *P. ramorum* が発生していない地域で栽培されたとの証明が必要(EU, 2002, 2004)。

② 木材

ア 米国産の感受性のある宿主植物の樹皮(susceptible bark)は禁止。

イ 米国産の感受性のある木材(susceptible wood)は、植物検疫証明書に非ヨーロッパ系統（交配型 A2）が発生していない地域で生産されたものであること、かつ産地を明記すること、又は樹皮が剥皮され、かつ完全に表面が丸みがないように加工されていること、又は特定の熱処理が行われた旨の追記をすること。

3 カナダ

(1) 国内規制

特定の規制病害虫(*Phytophthora ramorum* を含む)の発生地域からの薪(firewood)の移動を制限している(CFIA, 2002)。

(2) 輸入規制

- ① 2001 年、*P. ramorum* の侵入を防ぐための植物検疫指令(D-01-01)が発令された。(CFIA, 2003b; CFIA, 2004)
- ② 栽培用宿主植物（種子及び果実を除く）、非加工宿主木材(樹皮付き丸太、樹皮、バークチップ、バークマルチ、樹皮付きパルプ材及び薪)及び非栽培用植物（リース、ブーケ、切り枝等）を輸入禁止としている(CFIA, 2002; CFIA, 2003b)。なお、輸入こん包材についても *P. ramorum* は規則対象病害虫とされている(CFIA, 2004)。
- ③ 非加工宿主木材及びこん包材については材の中心温度が 56 °C で 30 分以上に保たれるような熱処理(CFIA, 2002; CFIA, 2003b; CFIA, 2004)、非栽培用植物については、71 °C で 1 時間以上の熱湯浸漬を行い、以上の処理が行われた旨が植物検疫証明書に追記された荷口は輸入が可能である(CFIA, 2003b)。
- ④ 2004 年 9 月現在、カナダはヨーロッパ連合の全加盟国を、また米国カリフォルニア州内の 14 郡及びオレゴン州内の 1 郡を規制地域(regulated area)と見なしている(CFIA, 2004)。

4 ニュージーランド

輸入規制

- ① 2002 年、宿主植物の Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) の穂木(bud-wood)の輸入申請手続きを停止することとした (Biosecurity New Zealand, 2002)。
- ② 暫時規制宿主植物のリスト改訂を行い、規制宿主の追加が行われている。また、オーストラリア、カナダ、南アフリカ、イスラエルを病害虫無発生地域に指定した。
- ③ 2006 年 8 月現在、ヨーロッパ連合の全加盟国、米国及びメキシコ全土を汚染あるいは潜在的に汚染された国と見なし、中華人民共和国、インドも汚染国と見なしている

(Biosecurity New Zealand , 2005)。

5 オーストラリア

輸入規制

- ① 2003 年、米国産宿主植物の未処理の木材の輸入を禁止した(AQIS, 2003)。
- ②栽培用植物については、組織培養も含めて発生地からの宿主植物の属単位で輸入を禁止している(AQIS, 2006)。
- ③ ニュージーランドを *Phytophthora kernoviae* の発生国とみなし、宿主植物の輸入を規制 (AQIS, 2006)。

6 大韓民国

2001 年、*Phytophthora ramorum* の宿主植物の輸入について暫定的植物検疫措置を適用し(COMTF,2001; WTO, 2001)、逐次、輸入禁止対象植物を追加している(WTO, 2006)。

7 台湾

2006 年、*Phytophthora ramorum* の宿主植物の輸入について植物検疫措置を適用し、発生国からの宿主植物の輸入を禁止した(中華民国行政委員会, 2006)。

付録4 *Phytophthora ramorum* に関する情報

(1) 病原菌の学名及び分類上の位置

学名：*Phytophthora ramorum* Werres, de Cock & In't Veld (2001)

分類：クロミスタ界(Chromista)：卵菌亜門(Oomycota)：卵菌綱(Oomycetes)：フハイカビ目(Pythiales)：フハイカビ科(Pythiaceae)：*Phytophthora* 属

病名：Sudden Oak Death, Phytophthora canker disease of oaks, Ramorum leaf blight, Ramorum twig blight or dieback (Davidson et al., 2003)。

(2) 宿主植物

宿主範囲は非常に広く、現在まで 42 科 90 属以上が報告されている(別表1)。発生調査が進むにつれさらに宿主植物が追加されていくものと考えられる(APHIS, 2007; AQIS, 2006; EPPO, 2004; CFIA, 2006; Biosecurity New Zealand, 2005; Rizzo et al., 2002b)。主な宿主は以下のとおり。

ツツジ科の *Arbutus menziesii* (Pacific madrone)、*Vaccinium ovatum* (Box blueberry)、*Rhododendron* spp. (Rhododendron)、バラ科の *Heteromeles salicifolia* (California holly)、ブナ科の *Lithocarpus densiflorus* (Tanoak)、*Quercus agrifolia* (California live oak)、*Quercus chrysolepis* (Canyon live oak)、*Quercus falcata* (red oak)、*Quercus kelloggii* (California black oak)、*Quercus parvula* var. *shrevei*、マツ科の *Pseudotsuga menziesii* (Douglas-fir)、スイカズラ科の *Viburnum* spp. など(CABI, 2006)。

(3) 分布

ヨーロッパ：アイルランド、英領チャネル諸島、イタリア、オランダ、スイス、スウェーデン、スペイン、スロベニア、デンマーク、ドイツ、ノルウェー、フランス、ベルギー、ポーランド、英国 (EPPO, 2006a; Brasier et al., 2004a)。

北アメリカ：カナダ、米国 (CABI, 2006, APHIS, 2004a)

(4) 本病発生及び病原菌の同定の経緯

1993 年ごろドイツ、オランダの育苗園及び庭園において、ツツジ属 (*Rhododendron* spp.) の枝枯れ症状が発生した。これらの病原菌の同定を試みたところ、*Phytophthora palmivora* の形態によく類似するものの、一致せず、さらに既知の *Phytophthora* 属菌のいずれとも形態的特徴が一致しなかった。1998 年になって、罹病したガマズミ属 (*Viburnum* spp.) から同様の病原菌が分離され、育苗園の再循環式の灌水からも病原菌が検出された。これらの分離菌について、形態学的及び分子生物学的検討を行ったところ、今まで報告のない疫病菌であることが判明し、新種の *P. ramorum* であると同定された(Werres et al., 2001)。

一方、米国カリフォルニア州では、1990 年代中頃から中部沿岸部を中心にマテバシイ属の一種、coast live oaks (*Quercus agrifolia*) 及び black oaks (*Q. kelloggii*) などの樹木が多数枯れる被害を生じていた。1995 年、マリン郡のミルバレーのマテバシイ属の一種での発生が、感染した樹木が急激に枯死に至ることから「Sudden Oak Death」として注目されるようになった(Garbelotto et al., 2001; McPherson et al., 2000)。2000 年になって、米国でマテバシイ属の一種とコナラ属から分離された菌が、ヨーロッパでツツジ属などから分離された菌と同種の菌であることが判明した(Rizzo, et al., 2002a)。

(5) 病徴

宿主植物の種類により病徴が異なり、かいよう斑を生じる植物と葉や枝先が壊死する植物がある(Garbelotto, et al., 2003; Parke et al., 2004)。マテバシイ属の一種やコナラ属では、成木の地際部よりやや上の主幹に樹脂流出が見られ、流出部の樹皮下には暗褐色のかいよう斑を生じる。やがて患部が主幹を一周すると急速に樹冠の葉が褐変し、枯死する。感染から枯死に至るまで、数週間のため「Sudden Oak Death」と呼称されるようになった(Garbelotto, et al., 2001; McPherson, et al., 2000)。ツツジ属、アセビ属(*Pieris* spp.)、ツバキ属(*Camellia* spp.)、ガマズミ属などでは、小枝や葉などが侵され、「Ramorum blight」と称される。ツツジ属では、小枝に、先端に褐色～黒色、水浸状の病斑が生じる。感染は罹病枝から葉柄を経て葉に進展し、葉柄及び主脈が褐変する特徴的な病斑が生じ萎凋、枯死する。ゲッケイジュ属(*Laurus* spp.)は、葉に病徴が見られ枝、幹には見られていない。病斑は葉先に生じることが多く、褐色で、周囲に黄色のハローを伴うこともある。本菌は、他の疫病とは異なり、地下部へは感染しない(Rizzo, et al., 2002a)。

(6) 病原菌の形態

本菌は、遊走子のう、厚壁孢子、卵孢子を生じる。遊走子のうは、楕円形～長楕円形、乳頭突起はやや顕著、大きさ $25 \sim 97 \times 14 \sim 34 \mu\text{m}$ 、長さとの比は $1.8 \sim 2.4$ 、遊走子のう柄から容易に脱落し、柄(pedicle)の長さは $5 \mu\text{m}$ である。厚壁孢子は、豊富に形成され、壁は薄く、球形、平均直径 $46 \sim 60 \mu\text{m}$ である。本菌はヘテロタリックでA 1, A 2型の交配型が存在し、有性器官は交配型の異なる菌株との交配によって生じる。卵孢子は、充満性、平均直径 $27.2 \sim 31.4 \mu\text{m}$ である。造卵器は、頂生し、ほぼ球形、平滑、平均直径 $29.8 \sim 33 \mu\text{m}$ である。造精器は底着性で円形～樽形、大きさ $12 \sim 22 \times 15 \sim 18 \mu\text{m}$ である。卵孢子は自然界では確認されておらず、培養によって生じる(Parke et al., 2004)。初めヨーロッパではA 1型が分離され、米国ではA 2型が分離されていた(Werres, et al., 2001, Rizzo et al., 2002a)。このことから、ヨーロッパと米国で発生している系統は異なる系統であると考えられている(Brasier, 2003)。しかし、2003年ベルギーにおいてA 2型が分離され(Werres and de Merlier, 2003)、さらに米国オレゴン、ワシントン州においてA 1型分離された(Hansen et al., 2003)。また最近ではワシントン州において新しいA 2型が分離された。

培地上では、菌糸は $2 \sim 26^\circ\text{C}$ で生育し、最適生育温度は 20°C で、比較的低温を好む(Werres et al., 2001)。

(7) 伝搬

本菌の伝搬は主に病原菌の孢子的飛散、病原菌が混入した落ち葉、小川の水及び感染した宿主の人為的な移動、によって生じる(Forestry Commission, 2004)。

本菌は、前述のようにかいよう斑を生じる場合と葉や枝先が壊死する場合があるが(Garbelotto, et al., 2003; Parke et al., 2004)、本菌の伝搬は病斑上に生じた遊走子のう、遊走子及び厚壁孢子が雨風により飛散して伝搬するため、葉、小枝に病斑を生じる宿主の方が伝搬の重要な役割を持つ。特に bay laurel(*Laurus nobilis*)、Oregon myrtle(*Umbellularia* sp.) やツツジ属などは、本菌に感受性で容易に葉に病斑を生じ、病斑上に多量の遊走子のう及び厚壁孢子を形成するため、重要な伝染源となる(Garbelotto, et al., 2002a; Davidson, et al., 2002)。カリフォルニア州の coast live oak(*Quercus agrifolia*)の森林の発生に関しては、これらの感受性の植物が周囲に存在することが発生及び伝搬に重要であると考えられている(Swiecki and Bernhardt, 2004; Davidson et al., 2005)。同様に英国では、激しく感染したツツ

ジ属が感染源となったとする報告がある(Forestry Commission, 2004)。発生調査が継続して行われているが、コナラ属の森林とマテバシイ属の森林では、発生生態が異なることが判明している。オレゴン州のマテバシイ属の発生森林には bay laurel は比較的わずかしが存在しないにもかかわらず、本病が発生している(Goheen, et al., 2002a)。このことは、マテバシイ属の森林では、周囲に bay laurel のような感受性植物がなくても本病が伝搬することを示しており、マテバシイ属の罹病枝や罹病葉に形成された遊走子のうや厚壁胞子が伝染源となりまん延している(Rizzo, et al., 2005)。森林を形成している樹種により発生生態が異なることが示唆される。

本菌の長距離の移動は感染した苗木類の人為的な移動によるものが多い(Englander and Tooley, 2003; Davidson and Shaw, 2003)。2003 年ワシントン州で初めてツツジ属に本病が発見されたが、これは、オレゴン州の育苗園から持ち込まれたものであることが判明している(WSDA, 2004)。ジョージア州では、カリフォルニア州から輸入されたツバキ属から本病が発見された(GDA, 2004)。ベルギーでは、2002 年オランダから持ち込まれたガマズミ属から本病が発見されている(de Merlier, et al., 2003)。また、ポーランドではドイツから輸入されたツツジ属から本病が発見された事例がある(EPPO, 2002)。これらのことから、感染した宿主植物の苗の商業的な移動により本菌が長距離に伝搬することが示唆される。

雨水、土壌、落ち葉、小川の水に活性のある本菌の胞子が存在することが報告されている(Davidson et al., 2002)。また、ハイキングコースの土壌や登山者の靴に付着した土壌からも本菌が分離されている(Davidson et al., 2002; Tjosvolod et al., 2002)。さらにいろいろな木材加工品上、浸漬したマテバシイ属や coast live oak の木片や切り口に遊走子のう形成が確認されていることから、木材や木材加工品も重要な伝染源となる。(Davidson and Shaw, 2003)。

(8) 生態

bay laurel (*Umbellularia californica*)の葉を使った試験では、温度が約 18℃で、少なくとも 9 ～ 12 時間葉面に水滴が残っていれば、本菌の感染が起こることが判明している。これらの条件は、比較的温暖で気温の変動が少なく、年間 200 日以上霧が発生し、高湿度であるカリフォルニア州の沿岸地域の気候と一致するため、(Garbelotto et al., 2003)この地域は本病の発生に好適であると考えられている(Rizzo et al, 2002a)。また、降水量の年次変化も本菌の胞子発生量と密接な関係がある(Davidson et al., 2005)。2003 年春の遅い雨期は、平年の 20 倍以上の胞子形成をもたらしたが、このことからエルニーニョのような長期にわたる気候の変化が本病の大発生と関係していることを示唆している(Rizzo et al., 2005)。

さらに、*Phytophthora ramorum* の遊走子のうは、乾燥条件で数週間生存が可能であるという報告がある。また、厚壁胞子は、土壌、小川の水、堆積した落ち葉の中で一定の温度下では活性を保つことができる(Davidson et al., 2002)。このことから、本菌が長期間伝搬する能力を有することが裏付けられる。

(9) 検出

本菌の分離源により検出方法は異なるが(Rizzo et al., 2002a)、最も基本的な方法は植物組織からの分離である。分離する前に血清学的手法により *Phytophthora* 属菌をスクリーニングする方法も有効である。スクリーニング後に P5ARP[H]などの適切な選択培地を使って分離する。土壌や灌水などからの分離には感受性の高いツツジの葉を使った捕捉法が有効である(EPPO, 2006)。

本菌の同定は、培養上の特性や形態学的な特徴、さらに生化学的な方法や分子生物学的な方法により行われる。アイソザイムを使った本菌の同定については、Werres ら(2001)により報告されており、この方法により、近縁の *P. lateralis* 及び *P. hibernalis* との識別も可能である。分子生物学的な検出法については、培養菌及び罹病組織から直接検出する方法など様々な研究が行われている(Hayden et al., 2004; Martin et al., 2004)。RFLP、系統特異的プライマーの使用、マイクロサテライト解析などの分子生物学的手法は、北アメリカ系統とヨーロッパ系統を比較するのに有効であった(Hansen et al., 2003; Ivors et al., 2006)。カリフォルニア州の森林での発生調査で、ネステッド PCR 法と伝統的な分離による方法を比較したところ、PCR 法がより感度が高いとの結果を示したが、PCR 法では植物の感染部位により検出できないこともあるため、両法を併用することが推奨されている(Hayden et al., 2004)。検出法については、PCR 法を中心にさらに研究が進んでいくものと思われる。

(10) 被害

米国カリフォルニア州は、苗木の生産が全国で最も大きな地域で、その生産額は年間約 20 億ドルである。同州で生産された苗木類は全米へ出荷されていたが、*P. ramorum* の発生により検疫規則が設定され、他州への宿主植物の移動が制限されることとなり、多額の損失を生じている。また発生調査の結果、本病が確認された育苗園では、20 万本の植物が廃棄され、約 430 万ドルの損失を生じた事例が報告されている(Kimble-Day, 2004)。さらに、カリフォルニア州の育苗園から輸出された苗について全国の育苗園で追跡調査を行った結果、17 州の 125 園で *P. ramorum* が発見され、787,842 本の罹病植物が処分された事例もある(COMTF, 2004)。オレゴン州では、カナダが同州産の宿主植物の輸入を禁止したことにより、1500 万～2000 万ドルの損失が生じた(Regelbrugge, 2002)。

森林における被害としてカリフォルニア州では、コナラ属やベイマツ (Douglas-fir) など 5000 万ドルの損失を生じていると見積もられており、ベイマツの主産地であるオレゴン州、ワシントン州、カナダ西部ではさらに損失は大きいものと考えられている(NISC, 2004)。

森林が枯れる被害により、森林の植生に変化を生じ、森林の生態系への影響が懸念されている。また、森林がもつ水源涵養林としての役割や治水、さらに山林火災に対する防火林としての役割への影響も懸念されている。

(11) 防除及び病害管理

Phytophthora ramorum の防除については、本菌の研究が始まったばかりのため、情報が少ない。米国の発生に関しては、発生状況に応じた包括的な管理方法を中心に検討されている。個人の庭の樹での発生に関する防除及び病害管理法としては、薬剤防除、樹の健康を保つための方法、及び感染源のリスクを軽減する方法が行われている。薬剤防除としてコナラ類の樹に対しては、幹に phosphite を注入する方法が検討され、効果が認められている。この場合、予防的な使い方や感染初期であったならば効果的であるが、森林などの広範囲に使用することは困難である(Garbelotto, et al., 2002b)。

地域又は国際的な規模での病害管理方法としては、*P. ramorum* の広範囲の移動を防ぐため検疫規制が実施されている。北アメリカ及びヨーロッパでは、観賞用植物の苗木栽培業者が影響を受けている。しかしながら、2001 年以降、検疫規制が行われているにもかかわらず、多くの感染したツバキ属やツツジ属植物の苗がカリフォルニア州やオレゴン州か

ら全米各地へ出荷されており、米国東部のコナラ属の森林に対して脅威となっている。

最も病害管理が困難であるのは、森林における発生である。森林での病害管理を行う場合、病原菌の生態学と森林の環境を十分理解することが重要である。1900 年代初めから米国では宿主植物の大規模な伐採法が、クリ胴枯病 (*Cryphonectoria parasitica*)、マツ類発疹さび病 (*Cronartium ribicola*) に対して行われたが、これらの病害の拡大を防ぐことは出来なかった。また、北アメリカとヨーロッパのニレ立枯病、(*Ohiostruma ulmi*, *O. novo-ulmi*)、オーストラリアの *Phytophthora cinnamomi*、米国カリフォルニア州とオレゴン州の *P. lateral*is についても様々な衛生措置が実行されているが、これらの効果についてもばらつきがある。米国カリフォルニア州の沿岸には 600 万人もの人が住み、この地域には州立公園、国立公園あるいはアメリカ先住民の管理地があり、私有地や木材業者の管理地もあるなど状況は多岐にわたっている。したがって、病害管理の目的や方法も多岐にわたっており、結局、*P. ramorum* の森林での病害管理は、予防、処置及び森林の再生などを連携させることが重要であると報告されている(Rizzo et al., 2005)。

付録5 *Phytophthora kernoviae* に関する情報

(1) 病原菌の学名及び分類上の位置

学名：*Phytophthora kernoviae* Brasier, Beales & S.A. Kirk (2006)

分類：クロミスタ界(Chromista)：卵菌亜門(Oomycota)：卵菌綱(Oomycetes)：フハイカビ目(Pythiales)：フハイカビ科(Pythiaceae)：*Phytophthora* 属

病名：Beech bleeding canker, rhododendron dieback (Sansford et al., 2005)

(2) 宿主植物

現在までのところ、ブナ科の *Fagus sylvatica* (Beech)、*Quercus ilex* (Holm oak)、ツツジ科の *Rhododendron* spp.(Rhododendron)、*Pieris formosa* (Pieris)、ヤマモガシ科の *Gevuina avellana* (Chilean hazelnut)、モクレン科の *Liriodendron tulipifera* (Tulip tree)、*Magnolia stellata* (Star magnolia)、*Michelia doltsops*、シキミモドキ科の *Drimys winteri* (Winter bark) など 12 属が宿主として報告されている(Sansford et al, 2005; DEFRA, 2006)。

(3) 分布

英国及びニュージーランド(Sansford, et al., 2005; AQIS 2006; Biosecurity New Zealand, 2006)

(4) 本病発生及び病原菌の同定の経緯

2002 年、英国において輸入されたツツジ属植物及びガマズミ属植物から *Phytophthora ramorum* が発見された(Sansford et al, 2005)。全国的な詳細な発生調査を行った結果、英国南部のいくつかの公園などのツツジ属に *P. ramorum* による病害の発生が確認された(Brasier et al., 2004a)。2003 年、この発生調査中に英国南西部のコーンウォール地方において European beech(*Fagus sylvatica*)から未報告の *Phytophthora* 属菌が分離された。その後の調査により、本病害は、*Rhododendron ponticum*, English oak(*Quercus robur*), *Magnolia* spp.及び *Pieris* spp.などの植物で発生が確認された。

病原菌は、初め *Phytophthora* taxon C と非公式に呼称されていたが、Brasier ら(2005)により、*P. kernoviae* と記載された。ITS rDNA を比較した試験では、*P. kernoviae* は、*P. boehmeriae* と分子生物学的に近縁であることが判明した。一方、*P. ramorum* とは近縁ではないことが判明した。

ニュージーランドでも同様に *Phytophthora ramorum* の発生調査を行ったところ、2006 年北島の Trounson Kuri Park の cherimoya 及び custard apple から本菌が分離された(Biosecurity New Zealand, 2006)。

(5) 病徴

Phytophthora kernoviae は、European beech(*Fagus sylvatica*)では地際部の幹に壊疽と樹脂の流出を伴う病斑を生じる。同様の病斑が、English oak(*Quercus robur*)や Tulip tree (*Liriodendron tulipifera*)にも生じる。樹皮の病斑はしばしばくぼんだり、隆起することもある。ツツジ属とくに *Rhododendron ponticum* では、枝枯れ、葉の壊死および萎凋を生じ、急に落葉する。特に激しく感染した低木は枯死に至る。*Magnolia* spp.及び *Pieris* spp.などの植物では、葉に発生し、*Q. ilex* では葉及び枝枯れを生じる(Brasier, et al., 2005; EPPO, 2006b)。

(6) 病原菌の形態

本菌は、同株性で CA 培地中に豊富に有性器官を形成する。造卵器は、平均直径 23.5 ~ 25.5 μm である。造精器は、底着性で大きさは 10-14 × 9-12 μm である。卵胞子は、充満性、平均直径 21.1 ~ 22.5 μm である。遊走子のうは、水中で形成され、乳頭突起は顕著、倒卵形、レモン型から一方が円く、一方が扁平な非対称型で、ネズミの形と呼ばれる。内部に液胞を有する。大きさは 34 ~ 52×19 ~ 31 μm である。長さとの幅の比は 1.5、遊走子のう柄から容易に脱落し、柄(pedicel)の長さは 5-19 μm である。厚壁胞子は形成しない。培地上では、最適生育温度は18℃、26℃以上では生育しない(Brasier, et al., 2005)。

(7) 伝搬

Phytophthora ramorum と同様にツツジ属植物の枝、葉上に形成された遊走子のうが雨風によって分散するものと考えられている(Sansford et al., 2005; EPPO, 2006b; DEFRA, 2005b)。

(8) 生態

まだよく解明されていない。英国の発生地域が英国南西部の海岸に近い場所であることから、冬期に温暖であること、雨などにより多湿であることが、本病の発生に関与しているものと考えられる(Sansford et al., 2005)。

(9) 被害

被害についての報告はない。しかしながら、本菌は Beech (*Fagus sylvatica*)、ツツジ属及び Holm oak (*Quercus ilex*) では、*Phytophthora ramorum* よりも病原性が強いので被害が大きくなる可能性が高い。

(10) 防除

防除法についてはまだ報告がない。

参考資料

- 植松清次(2003)疫病菌の簡易な分離・培養・形態形成法, 植物防疫 57 (9) : 431-436.
- 北川政夫監修 (1994) 日本植生便覧(改訂新版)、 pp910、 至文堂. 東京.
- 国土交通省国土技術政策総合研究所(2004) わが国の街路樹 V.
- 国土技術政策総合研究所資料 No.149
- 国立天文台編 (2006) 理科年表 (大正 14 年～平成 16 年)、丸善. 東京
- 佐橋憲生(2004) 菌類の森 日本の森林/多様性の生物学シリーズ 東海大学出版会
- 椎名豊勝(1995) 造園緑化材の知識(改訂 3 版), 財団法人 経済調査会
- 武田ゆうこ(2003) 全国の街路樹の実態, Green Age (グリーン・エージ) No.354:9-16.
- 財団法人日本緑化センター.
- 中華民国行政院農業委員会 (2006) 行政院農業委員会公告: 中華民國輸入植物或植物產品
檢疫規定
- 日本植物病理学会編(2000)日本植物病名目録, 社団法人日本植物防疫協会
- 日本植物病理学会病名委員会編(2006)日本植物病名目録追録, 社団法人日本植物防疫協会
- 日本林業技術協会編(2001) 森林・林業百科事典 丸善: 東京
- 農林水産省植物防疫所(1999-2006) 植物檢疫統計資料 <http://www.pps.go.jp/database/index.html>
- 林野庁計画課(2002) 森林資源の現況(平成 14 年 3 月 31 日現在)
- 林 野 庁 (2 0 0 5) 生 産 林 業 所 得 統 計 報 告 書
- [http://www.tdb.maff.go.jp/toukei/a02stoukeiex1?Fname=E016-16-005.xls&PAGE=2&TokID=E016
&TokKbn=B&TokID1=E016B2004-001&TokID2=E016B2004-001-001](http://www.tdb.maff.go.jp/toukei/a02stoukeiex1?Fname=E016-16-005.xls&PAGE=2&TokID=E016&TokKbn=B&TokID1=E016B2004-001&TokID2=E016B2004-001-001)
- APHIS. (2002) Restriction on the interstate movement of regulated and restricted articles.
7CFR Subpart-*Phytophthora ramorum* Part 301.92 United States Department of Agriculture
Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS)
- APHIS.(2004a) Emergency Federal Order Restricting Movement of Nursery Stock from California,
Oregon, and Washington Nurseries. United States Department of Agriculture Animal and Plant
Health Inspection Service (APHIS). Revised December 21, 2004.
http://www.aphis.usda.gov/ppq/ispm/pramorum/pdf_files/federalorder12-21-04-final.pdf
- APHIS. (2004b) Program Update for *Phytophthora ramorum*. United States Department of
Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) Pest Detection and
Management Programs. Date: June 10, 2004. <http://aphis.usda.gov/ppq/ispm/pramorum/>
- APHIS. (2004c) *Phytophthora ramorum* 2004 national nursery survey, 2004 Surveyors' Manual.
United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service
(A P H I S) . R e v i s i o n 0 5 / 0 5 / 0 4
<http://www.ceris.purdue.edu/napis/pests/sod/natplan/plan0403/manual.doc>
- APHIS. (2004d) Regulating the importation of cut flowers and greenery. United States Department of
Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS)
- APHIS. (2004e) Guidelines for isolation by culture and morphological identification of
Phytophthora ramorum. United States Department of Agriculture Animal and Plant Health
Inspection Service (A P H I S) (R e v i s e d 2 6 , O c t o b e r 2 0 0 4)
http://www.aphis.usda.gov/ppq/ispm/pramorum/pdf_files/cultureprotocol.pdf
- APHIS. (2005) *Phytophthora ramorum* 2006 National Survey , Survey Manual. United States
Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). Revised
December 20, 2005.

- APHIS. (2007) APHIS list of plants regulated and associated with *Phytophthora ramorum*. United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). Revised February 27, 2007. http://www.aphis.usda.gov/ppq/ispm/pramorum/pdf_files/usdasodlist.pdf
- AQIS. (2003) Public Quarantine Alert. PQA0255. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. Australian Quarantine and Inspection Service (AQIS). Updated list of sudden oak death (*Phytophthora ramorum*) host species-interim restrictions for sawn timber, roundwood and logs imported from USA.
- AQIS. (2006) Public Quarantine Alert PQA0489. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. Australian Quarantine and Inspection Service (AQIS). Revised August 18, 2006. http://www.aqis.gov.au/icon32/asp/ex_topiccontent.asp?TopicType=Quarantine+Alert&TopicID=9951
- Baker, K.F. and Cook, R.J. (1974) Biological Control of Plant Pathogens. pp. 113, Freeman, W.H. and Company, San Francisco.
- Biosecurity New Zealand. (2005) New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry Approved Pest Free Areas and Host Lists for *Phytophthora ramorum* (Sudden Oak death). Revised January 12, 2005. <http://www.biosecurity.govt.nz/node/7601>
- Biosecurity New Zealand. (2006) Biosecurity New Zealand investigates new fungus in Northland. March 25, 2006. <http://www.biosecurity.govt.nz/node/7478>
- Brasier, C.M. (2003) Sudden oak death: *Phytophthora ramorum* exhibits transatlantic differences. Mycological Research. 107:258-259.
- Brasier, C.M., Denman, S., Rose, J., Kirk, S.A. Hughes, K.J.D., Griffin, R.L., Lane, C.R., Inman, A.J. and Webber, J.F. (2004a) First report of ramorum bleeding canker on *Quercus falcata*, caused by *Phytophthora ramorum*. New Disease Reports. The British Society for Plant Pathology. <http://www.bspp.org.uk/ndr/july2004/2004-31.asp>
- Brasier, C.M., Kirk, S.A., Delcan, J., Cooke, D.E.L., Jung, T., and Man In't Veld, W.A. (2004b) *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. Mycological Research 108 : 1172-1184.
- Brasier, C.M., Beales, P.A., Kirk, S.A., Denman, S., and Rose, J. (2005) *Phytophthora kernoviae* sp. nov., an invasive pathogen causing bleeding stem lesions on forest trees and foliar necrosis of ornamentals in the UK. Mycological Research 109 :853-859.
- Cave, G.L., Randall-Schadel, B., and Redlin, S.C. (2005) Risk analysis for *Phytophthora ramorum* Werres, de Cock & In't Veld, causal agent of *Phytophthora* canker (Sudden oak death), Ramorum leaf blight, and Ramorum dieback. United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS).
- CABI. (2006) Crop Protection Compendium 2006, CAB International, Wallingford, UK.
- CDFA. (2004) Oak mortality disease control. California Department of Agriculture Title 3. Food and Agriculture. Division 4. Plant Industry. Chapter 4. Plant Pathology. Subchapter 6. Plant Disease Control.
- CFIA. (2002) Phytosanitary requirements for the importation and domestic movement of firewoods. D-01-12 .Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Revised October 7, 2002.
- CFIA. (2003a) Sudden oak death discovered at B.C. nursery. Canadian Food Inspection Agency (CFIA). <http://www.inspection.gc.ca/english/corpaffr/newcom/2003/20030613e.shtml>
- CFIA. (2003b) Phytosanitary requirements to prevent the entry of *Phytophthora ramorum* associated with Sudden oak death into Canada. D-01-01. Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Revi-

- sed September 25, 2003.
- CFIA.(2004) Sudden oak death, Questions and Answers-(SOD). Canadian Food Inspection Agency (CFIA). <http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/protect/pestrava/sodmsc/questionse.shtm>
- CFIA. (2006) CFIA List of plant genera regulated for *Phytophthora ramorum*(Sudden oak death). Canadian food Inspection Agency (CFIA). Revised August 14, 2006. <http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/protect/dir/sodspe.shtml>
- COMTF. (2001) California Oak Mortality Task Force. California oak mortality task force August 2001 report. http://nature.berkeley.edu/comtf/pdf/Monthly%20Reports/COMTF%20Update%20August_2001.pdf
- COMTF. (2004) California Oak Mortality Task Force. California oak mortality task force June 2004 report. <http://nature.berkeley.edu/comtf/pdf/Monthly%20Reports/June04Report.pdf>
- Davidson, J.M., Rizzo, D.M., Garbelotto, M., Tjosvold, S. and Slaughter, G.W. (2002) *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: II. Transmission and survival. Pages 741-749 in Standiford, R. and McCreary, D. (eds.) 5th Symposium on California Oak woodlnds: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.
- Davidson, J.M. and Shaw, C.G.(2003) Pathways of movement for *Phytophthora ramorum*, the causal agent of Sudden Oak Death.Sudden Oak Death Online Symposium. The Amrerican Phytopathological Society. http://www.apsnet.org/online/SOD/Papers/Shaw_Davidson/default.htm
- Davidson, J.M., Wickland, A.C., Patterson, H., Falk, K., and Rizzo, D.M. (2005) Transmission of *Phytophthora ramorum* in mixed-evergreen forest of California. *Phytopathology* 95:587-596.
- Davidson, J.M., Werres, S., Garbelotto, M., Hanson, E.M. and Rizzo, D.M.(2003) Sudden oak death and associated diseases caused by *Phytophthora ramorum*. *Plant Health Progress*(July):1-21
- DEFRA.(2003) *Phytophthora ramorum*: More resources and new disease confirmations. Department of Enviroment, Food and Rural Affairs, United Kingdom. News Release.(4 December 2003) <http://www.defra.gov.uk/news/2003/031204c.htm>
- DEFRA.(2004a) Current Situation-*Phytophthora ramorum* Department of Enviroment, Food and Rural Affairs, United Kingdom. <http://www.defra.gov.uk/planth/pramorum3.htm>
- DEFRA.(2004b) Plant health interceptions and outbreak chart. Department of Enviroment, Food and Rural Affairs, United Kingdom. <http://www.defra.gov.uk/planth/interc.htm>
- DEFRA.(2005a) USA restrictions on the import of *Phytophthora kernoviae* host material. Department of Enviroment, Food and Rural Affairs, United Kingdom. <http://www.defra.gov.uk/planth/pkernovii4.htm>
- DEFRA.(2005b) *Phytophthora kernoviae* A new threat to our trees and woodlands. Department of Enviroment, Food and Rural Affairs, United Kingdom. <http://www.defra.gov.uk/planth/>
- DEFRA.(2006) *Phytophthora kernoviae* Frequently asked questions. Departmnet of Enviroment, Food and Rual Affairis, United Kingdom. <http://www.defra.gov.uk/planth/kernovii/kernhost.pdf>
- Delatour, C., Saurat, C., Husson, C., Ioos, R. and Schenck, N.(2002) Discovery of *Phytophthora ramorum* on *Rhododendron* sp. in France and experimental symptoms on *Quercus robur*. Abstract, Sudden Oak Death Science Symposium, Monterey, California, 15-18 December 2002. <http://danr.ucop.edu/ihrmp/sodsymp/paper>
- de Merlier, D., Chandelier, A., and Cavelier, M. (2003) First Report of *Phytophthora ramorum* on *Viburnum bodnantense* in Belgium. *Plant Disease* 87:203.

- Englander, L. and Tooley, P. (2003) Plant hosts in the nursery industry -PLANTS MOVE! How might the movement of plants in the nursery industry contribute to the spread of *Phytophthora ramorum* to new areas? Sudden Oak Death Online Symposium. The American Phytopathological Society.
http://www.apsnet.org/online/SOD/Papers/Englander_Tooley/default.htm
- EPPO. (2002) *Phytophthora ramorum* found in Poland. EPPO Reporting Service, 2002/040.
<http://archives.eppo.org/EPPOReporting/2002/Rse-0203.doc#rs040>
- EPPO. (2004) *Phytophthora ramorum* Sudden Oak Death. European Plant Protection Organization.
http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/fungi/oak_death.htm
- EPPO. (2006a) Diagnostic *Phytophthora ramorum*. PM7/66(1). Bulletin EPPO 36:145-155.
- EPPO. (2006b) *Phytophthora kernoviae*. European Plant Protection Organization.
http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/fungi/phytophthora_kernoviae.htm
- EU (2002) Commission Decision 2002/757/EC of 19 September 2002 on provisional emergency phytosanitary measures to prevent the introduction into and the spread within the Community of *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man in 't Veld sp. nov. Official Journal of the European Communities, 2002-09-20, L. 252, 3739.
- EU (2004) Corrigendum to Commission Decision 2004/426/EC of 29 April 2004 on provisional emergency phytosanitary measures to prevent the introduction into and the spread within the Community of *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man in 't Veld sp. nov. Official Journal of the European Communities, 2002-09-20, L. 252, 3739.
- FAO. (1996) ISPM No.4: Requirements for the establishment of pest free areas.(Standards). International Standards for Phytosanitary Measures. International Plant Protection Convention Secretariat, FAO, United Nations, Rome, Italy.
- FAO. (1999) ISPM No.10: Requirements for the establishment of pest free places of production and pest free production sites.(Standards). International Standards for Phytosanitary Measures. International Plant Protection Convention Secretariat, FAO, United Nations, Rome, Italy.
- FAO. (2004) ISPM No.11: International standards for phytosanitary measures pest risk analysis for quarantine pest including analysis of environmental risks and living modified organisms. (Standards). International Standards for Phytosanitary Measures. International Plant Protection Convention Secretariat, FAO, United Nations, Rome, Italy.
- Forestry Commission (2004) Exotic pest alert — *Phytophthora ramorum* Sudden Oak Death.
<http://www.forestry.gov.uk/pdf>
- Forestry Commission (2006) *Phytophthora kernoviae*
<http://www.forestry.gov.uk/forestry/INFD-66JLGB>
- Garbelotto, M., Davidson, J.M., Ivers, K., Maloney, P.E., Huberli, D., Koike, S.T. and Rizzo, D.M. (2003) Non-oak native plants are main hosts for sudden oak death pathogen in California. California Agriculture 57(1):18-23.
- Garbelotto, M., Rizzo, D.M., Davidson, J.M. and Frankel, S.J. (2002a) How to recognize the symptoms of the diseases caused by *Phytophthora ramorum*, causal agent of Sudden Oak Death. USDA Forest Service, Pacific Southwest Region publication, pp.1-15.
- Garbelotto, M., Rizzo, D.M., and Marais, L. (2002b) *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: IV. Preliminary studies on chemical control. Pages 811-818 in Standiford, R. and McCreary, D. (eds.) 5th Symposium on California Oak woodlands: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.

- Garbelotto, M., Svihra, P., and Rizzo, D.M. (2001) Sudden oak death syndrome fells three oak species. *California Agriculture* 55(1):9-19.
- GDA. (2004) Sudden oak death found on plants imported into Georgia. Georgia Department of Agriculture (GDA).<http://agr.georgia.gov/>
- Goheen, E.M., Hansen, E.M., Kanaskie, A., and McWilliams M.G. (2002a) Sudden oak death caused by *Phytophthora ramorum* in Oregon. *Plant Disease* 86:441.
- Goheen, E.M., Hansen, E.M., Kanaskie, A., McWilliams, M.G., Osterbauer, N. and Sutton, W.(2002b). Eradication of sudden oak death in Oregon. *Phytopathology*. 92(6)supplement: S30.
- Hansen, E.M., Reeser, P.W., Sutton, W., and Winton, L.M. (2003) First report of A1 mating type of *Phytophthora ramorum* in North America. *Plant Disease* 87:1267.
- Hayden, K.J., Rizzo, D.M., Tse, J., and Garbelotto, M. (2004) Detection and quantification of *Phytophthora ramorum* from California forests using a real-time polymerase chain reaction assay. *Phytophthology* 94:1075-1083.
- Ivors, K., Garbelotto, M., Vries, I.D.E, Ruyter-Spira, C., Hekkert, B., Rosenzweig, N. and Bonants P.J.M. (2006) Microsatellite markers identify three lineages *Phytophthora ramorum* in US nurseries, yet single lineages in US forest and European nursery populations. *Molecular Ecology* 15: 1493-1505.
- Jung, T., Cooke, D.E.L., Blaschke, H., Duncan, J.M., and O · wald, W. (1999) *Phytophthora quercina* sp. nov., causing root rot of European oaks. *Mycological Research* 103 : 785-798.
- Kimble-Day, K. (2004) Sudden oak death a critical issue for the U.S. nursery industry- A USDA report. <http://pestalert.ifas.ufl.edu/onn-0401.htm>
- Linderman, R.G., Parke, J.L. and Hansen, E.M.(2002) Relative virulence of *Phytophthora* species, including the sudden oak death pathogen *P ramorum*, on several ornamental species. *Phytopathology* 92: S47.
- Martin, F.N., Tooley, P.W., and Blomquist, C. (2004) Molecular detection of *Phytophthora ramorum*, the causal agent of sudden oak death in California, and two additional species comonly recovered from diseased plant material. *Phytophthology* 94:621-631.
- McPherson, B.A., Wood, D.L., Storer, A.J., Svihra, P., Rizzo, D.M., Kelly, N.M. and Standiford, R.B. (2000) Oak Mortality Syndrome: Sudden Death of Oaks and Tanoaks. California Department of Forest Tree Note No.26. <http://ceres.ca.gov/foreststeward/pdf/treenote26.pdf>
- NISC.(2004) Sudden Oak Death. National Invasive Species Council. <http://www.invasivespeciesinfo.gov/council/ismonth/archives/sod/sod.html>
- ODA. (2004) Emergency Quarantine Order: California nursery stock. Oregon Department of Agriculture(Dated: April 7. 2004) Oregon Secretary State, Oregon State Archives. Oregon Bulletin,Other Notices. (May 1, 2004)
- Parke, J., Pscheidt, J. and Linderman, R. (2004) *Phytophthora ramorum* — A guide for Washington nurseries. Dept. of Botany and Plant Pathology, Oregon State University Extension Service. EM8840. 8pp. <http://www.suddenoakdeath.org/>
- Regelbrugge, C. (2002) Sudden Oak Death-U.S. nursery trade impacts Sudden Oak Death Online Symposium The American Phytopathological Society. <http://www.apsnet.org/online/SOD/PapersRegelbrugge/default.htm>
- Rizzo, D.M., Garbelotto, M., Davidson, J.M., Slaughter, G.W. and Koike, S.T. (2002a) *Phytophthora ramorum* as the causes of Extensive Mortality of *Quercus* spp. and *Lithocarpus densiflorus* in California. *Plant Diseases* 86: 205-214.

- Rizzo, D.M., Garbelotto, M., Davidson, J.M., Slaughter, G.W. and Koike, S.T. (2002b) *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: I. Host relationships. Pages 733-740 in Standiford, R. and McCreary, D. (eds.) 5th Symposium on California Oak woodlands: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.
- Rizzo, D.M., Garbelotto, M., and Hansen, E.M. (2005) *Phytophthora ramorum*: Integrative research and management of an emerging pathogen in California and Oregon forests. Annual Review of Phytopathology 43:309-335.
- Rizzo, D.M. and Garbelotto, M. (2003) Sudden oak death: endangering California and Oregon forest ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment 1(5): 197-204.
- Sansford, C., Brasier, C., and Inman, A. (2005) Pest Risk Analysis for a new *Phytophthora* species informally named as *Phytophthora kernoviae* (also known as *P. kernovii*-formally *Phytophthora* taxon C) <http://www.defra.gov.uk/plant/pra/forest.pdf>
- Shelly, J., Singh, R., Langford, C., and Mason, T. (2005) Evaluating the survival of *Phytophthora ramorum* in firewood. [abstract], in Sudden Oak Death Second Science Symposium, The State of our Knowledge. January 18-21, Monterey, California.. <http://danr.ucop.edu/ihrmp/sodsymp/paper>
- Svihra, P. (1999) Sudden death of tanoak, *Lithocarpus densiflorus*. University of California. Pest Alert #1.
- Swiecki, T.J. and Bernhardt, E.A. (2002) Evaluation of stem water potential and other tree and stand variables as risk factors for *Phytophthora ramorum* canker development in coast live oak. Pages 787-798 in Standiford, R. and McCreary, D. (eds.) 5th Symposium on California Oak woodlands: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.
- Swiecki, T.J. and Bernhardt, E.A. (2004) *Phytophthora ramorum* canker (sudden oak death) in coast live oak and tanoak: factors affecting disease risk, disease progression, and failure potential. Report for USDA Forest Service, Phytosphere Research Project No. 2002-0803, August 31, 2004.
- Tjosvold, S.A., Chambers, J.M., Davidson, J.M., and Rizzo, D.M. (2002) Incidence of *Phytophthora ramorum* Inoculum Found in Soil Collected from Hiking Trail and Hikers' Shoes in a California Park [abstract], p53 in Proceedings of Sudden Oak Death, A Science Symposium, USDA Forest Service and University of California, Berkeley. <http://danr.ucop.edu/ihrmp/sodsymp/poster/poster46.html>
- Tooley, P.W., Kyde, K.L. and Englander, L. (2004) Susceptibility of selected Ericaceous ornamental host species to *Phytophthora ramorum*. Plant Disease 88:993-999.
- USDA. (2004) USDA announces funding for oak disease containment. United States Department of Agriculture (USDA) press release. No.0193.04 <http://www.usda.gov/Newsroom/0193.04.html>
- Werres, S. and De Merlier, D. (2003) First detection of *Phytophthora ramorum* mating type A2 in Europe. Plant Disease 87:1266.
- Werres, S., Marwitz, R., Man In'T Veld, W.A., De Cock, A.W.A.M., Bonants, P.J.M., De Weerd, M., Themann, K., Ilieva, E., and Baayen, R.P. (2001) *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. Mycological Research 105:1155-1165.
- Worrall, J. (2006) Forest Pathology Sudden oak death. Forestpathology-org. http://forestpathology.org/dis_sod.html
- WSDA. (2004) Sudden Oak Death. Washington State Department of Agriculture (WSDA).

<http://agr.wa.gov/PlantsInsects/Diseases/SOD/default.htm>

WTO. (2001) Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. Notification of Emergency Measures World Trade Organization (WTO) G/SPS/N/KOR/98

WTO. (2006) Committee on Sanitary and Phytosanitary Measures. Notification of Emergency Measures World Trade Organization (WTO) G/SPS/N/KOR/98/Add.1-12