

Ophiostoma novo-ulmi subsp. *novo-ulmi*(ニレ類立枯病菌)に関する病害虫リスクアナリシス報告書

平成28年3月25日

農林水産省
横浜植物防疫所調査研究部

目次

はじめに.....	1
リスクアナリシス対象の病虫害の生物学的情報(有害植物).....	1
1 学名及び分類.....	1
2 地理的分布.....	1
3 宿主植物及び国内分布.....	2
4 感染部位及びその症状.....	2
5 移動分散方法.....	2
6 生態.....	2
7 媒介性又は被媒介性に関する情報.....	3
8 被害の程度.....	3
9 防除に関する情報.....	3
10 同定、診断及び検出.....	3
11 処理.....	3
12 我が国における現行の植物検疫措置.....	3
13 諸外国での検疫措置状況.....	4
リスクアナリシスの結果.....	5
第1 開始(ステージ1).....	5
1. 開始.....	5
2. 対象となる有害動植物.....	5
3. 対象となる経路.....	5
4. 対象となる地域.....	5
5. 開始の結論.....	5
第2 病虫害リスク評価(ステージ2).....	5
1. 農業生産等への影響の評価.....	5
2. 入り込みの可能性の評価.....	6
3. <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> subsp. <i>novo-ulmi</i> の病虫害リスク評価の結論.....	7
第3 病虫害リスク管理(ステージ3).....	8
1. <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> のリスク管理措置の一覧の有効性及び実行可能性の検討.....	8
2. 経路ごとの <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> に対するリスク管理措置の有効性及び実行性一覧.....	10
3. <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> に対するリスク管理措置の選択.....	10
4. <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> のリスク管理措置の結論.....	12
別紙1 <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> の発生地の根拠.....	13
別紙2 <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> の寄主植物の根拠.....	15
別紙3 関連する経路の年間輸入量.....	16
引用文献.....	17

はじめに

Ophiostoma novo-ulmi subsp. *novo-ulmi* は、植物防疫法施行規則別表1に記載する検疫有害動植物で、特定重要病害虫検疫要綱(昭和53年12月4日 53農蚕第8308号 農蚕園芸局長通知:最終改正 平成19年4月12日 19消安第423号)の別表1で特に侵入を警戒する必要があるものとして指定し、検査で本菌が発見された荷口については廃棄としている。今般、本検疫有害動植物に対するリスク評価を実施し、現行のリスク管理措置の有効性について評価するために、リスクアナリシスを実施した。

リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報(有害植物)

1 学名及び分類(Brasier and Kirk, 2001; D'Arcy, 2005; USDA, 2014)

(1) 学名

Ophiostoma novo-ulmi subsp. *novo-ulmi* Brasier

(2) 英名、和名等

Dutch elm disease

(3) 分類

種類: 菌類

科: Ophiostomataceae

属: *Ophiostoma*

(4) 亜種

Ophiostoma novo-ulmi subsp. *novo-ulmi* 以外の主要な亜種として *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* が存在する。

(5) その他

従来、ニレ類立枯病菌は *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannfeldt 1種であり、2つの系統 (Aggressive strain, Non-aggressive strain) が知られていた (Stipes and Campana, 1981)。しかし、近年、両系統はそれぞれ種に格上げされ、Aggressive strain は *O. novo-ulmi* Brasier (新種) として、Non-aggressive 系統はそのまま *O. ulmi* (Buisman) Nann. とされた。また、*O. novo-ulmi* には2つのレース (EAN レース及び NAN レース) が存在するとされていたが (Brasier, 1991)、その後両レースはそれぞれ亜種とされ、EAN レースは *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* Braiser、NAN レースは *O. novo-ulmi* subsp. *americana* Braiser and S. A. Kirk とされた (Brasier and Kirk, 2001)。

2 地理的分布

ニレ類立枯病は北米、欧州、アジアの一部で *O. ulmi* 及び *O. novo-ulmi* を病原菌としてニレ属の多くの種の樹木に被害を与え、elm bark beetle により分散される。*O. ulmi* は1900年代半ばに欧州及び北米にまん延し、より病原性の強い *O. novo-ulmi* が20世紀後半には *O. ulmi* に取って代わっている (D'Arcy, 2005)。上記1の(5)に記載したとおり、*O. novo-ulmi* にはヨーロッパ系統の *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* と北米系統の *O. novo-ulmi* subsp. *americana* が存在するが、北米系統は欧州にも分布する (Desprez, 2006; Solla et al., 2005)。

(1) 国又は地域 (Brasier, 2001; Milon et al., 2007; USDA, 2014)

中 東: イラン、トルコ

欧 州: アイルランド、アルバニア、イタリア、ウクライナ、オーストリア、オランダ、ギリシャ、クロアチア、スイス、スペイン、スロバキア、スロベニア、セルビア、チェコ、デンマーク、ドイツ、ノルウェー、ブルガリア、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国、ルーマニア、ロシア

(2) 生物地理区

旧北区の1区に分布する。

(3) *Ophiostoma ulmi* 及び *novo-ulmi* subsp. *americana* の我が国における発生状況

Ophiostoma 属菌を調査中の2007年、北海道において、倒木またはシカによる樹皮被害があるハルニレ (*Ulmus davidiana*) 及びオヒョウ (*U. laciniata*) 並びにそれらに穿孔しているニレノオオキクイムシ (*Scolytus esuriens*) から分離した複数の *Ophiostoma* 属菌について、コロニーや孢子等の形態観察、DNA 解析を行った結果、分離菌は、ニレ類立枯病菌である *O. ulmi* 及び *O. novo-ulmi* subsp. *americana* であることが明らかになり、2009年、森林総合研究所により公表された。また、日本に分布するニレ類 (ニレ、ケヤキ、エノキなど) には立枯れ被害の報告はないことから、国産ニレ類を急激に枯損させることは考えにくいとされた (Masuya et al., 2009; 森林総合研究所, 2010; 升屋ら, 2010)。

さらに、世界的には *O. ulmi* と *O. novo-ulmi* が同所的に存在することは非常に少ないという事実と、*O. ulmi*

は急速に *O. novo-ulmi* に置き換わることが知られていることから、北海道で両種が同所的に存在するのは、*O. ulmi* が既に北海道に土着していた上に、*O. novo-ulmi* が侵入後まだ長時間が経過していないためであると想定された(Masuya et al., 2009; 升屋ら, 2010; 岡部ら, 2012)。

一方、2010 年には、札幌市内で衰弱したハルニレ樹からも *O. ulmi* 及び *O. novo-ulmi* subsp. *americana* が検出されたことから、衰弱したニレの監視が必要(岡部ら, 2012; Masuya et al., 2012)とされたが、その後はこれまでに、国内での新たな報告はない。

3 宿主植物及び国内分布

- (1) 宿主植物(詳細は別紙2を参照)(USDA, 2014; CABI, 2013)

ニレ科: アメリカニレ、オウシュウハルニレ、オヒョウ、ヴェジタ、チャイニーズエルム、ゼルコウア・カルピニフォリア

- (2) 我が国における寄主・宿主植物の分布・栽培状況

ハルニレ(*Ulmus davidiana* var. *japonica*): 北海道、本州、四国及び九州に分布。平地の適潤からやや湿った肥沃地に生える落葉樹。高さ 30m、太さ 1.5m に達する。ハルニレは器具材、家具材、太鼓の胴などに使われるが、ケヤキの代用とされることが多い。

オヒョウ(*U. laciniata*): 北海道、本州、四国及び九州に分布。山地に生える落葉樹。高さ 25m、太さ 1m に達する。オヒョウはハルニレ同様に使われるが、家具材としてはより上質とされる。

4 感染部位及びその症状

(*O. novo-ulmi* の両亜種は、あらゆる文献でニレ類立枯病菌として総体的に述べられているため、ほぼ同じと考える。)

ニレ類立枯病を引き起こす *Ophiostoma* 菌は、ニレのみで生育及び繁殖し、寄生菌としてニレの生きた組織から栄養を吸収する一方で、腐生菌として死んだ組織からも栄養を吸収する(D'Arcy, 2005)。

O. novo-ulmi は、*O. ulmi* よりも急速に症状を悪化させる。見分けるには菌を分離し、実験室の調査が必須とされている(CABI, 2013)。

感染初期は葉の黄化萎縮がみられ、その後茶色に変色、葉巻をおこし、枝が枯れて落葉する。重度の感染では樹木は 1 年以内に枯死するが、通常は症状が数年続く。早春に感染した樹木は急激に症状が進み、枯死に至るが、晩夏に感染した樹木は長く生き残る可能性がある。感染した枝や小枝の樹皮を剥ぐと、茶色の変色が樹木の外部層に見られ、その部分を横に切ると、茶色の点や環状が見られる(D'Arcy, 2005)。樹皮、枯死寸前又は枯死したばかりの樹木で菌糸又は分生子を持つ分生子柄束で越冬する。

胞子は導管内で発芽し、菌糸は幹及び根内に広がる。*O. novo-ulmi* は無性世代の分生子を生成する。導管内に卵形の分生子を形成し、分生子は導管を通して樹木の各部へ運ばれる。枯死寸前又は枯死したばかりの樹木内で、分生子は樹皮や甲虫により掘られた穴に粘着性を持つ菌糸を成長させ、胞子を生成する。ベクターとなるキクイムシは胞子を付着させ、新しいニレの木へ運ぶ。有性世代は、樹皮に子のう殻を単体又は複数形成し、子のう胞子を生成し、ベクターにより媒介される。また、隣接する健康樹の根に根接感染する(D'Arcy, 2005)。

分生子が生成される最適温度は 20℃で、子のう殻が形成される最適温度は 8~10℃である(D'Arcy, 2005)。

5 移動分散方法

- (1) 自然分散

隣接する健全樹への根接感染(接触伝染)が知られる(D'Arcy, 2005)。

菌は病徴部位(茶色の変色が樹木の外部層に見られる)からベクターにより分散する。ベクターとなるキクイムシ類は胞子を付着させ、新しいニレの木へ運ぶ(D'Arcy, 2005; Megan et al., 2014; Faccoli, 1997)。

- (2) 人為分散

薪等の木材の移動により分散のおそれがある(D'Arcy, 2005)。剪定等に利用する道具による伝搬のおそれがある。

6 生態

- (1) 中間宿主及びその必要性

情報なし。

- (2) 伝染環数

導管内に分生子を形成し、分生子は樹木の各部に運ばれる(D'Arcy, 2005)。また、根を通じて隣接する健全樹へも感染を広げる(D'Arcy, 2005)ことから伝染環数は 2 回以上と特定できる。

- (3) 植物残渣中での生存

情報なし。

- (4) 耐久生態

樹皮、樹内で菌糸又は分生子を持つ分生子柄束で越冬する。

7 媒介性又は被媒介性に関する情報

(*O. novo-ulmi* の両亜種間は、あらゆる文献でニレ類立枯病菌として総体的に述べられているため、ほぼ同じと考える。)

欧州及び西アジアでは *O. novo-ulmi* の媒介虫として、ヨーロッパニレキクイムシ (*Scolytus scolytus*)、セスジキクイムシ (*S. multistriatus*)、*S. pygmaeus* 及び *S. triarmatus* が知られている (CABI, 2013; Desprez, 2006)。

北米での *O. novo-ulmi* は *Hylurgopinus rufipes* 及び *S. multistriatus* によって媒介することが知られている (Cornell University college of Agriculture and Life Sciences, 2015)。上記 5 種のキクイムシ科昆虫は日本未発生種である (後藤, 2009; Encyclopedia of life, 2015a; Encyclopedia of life, 2015b; 九州大学, 2015; Zipcode Zoo.com, 2015)。雌成虫は枯死寸前又は枯死したばかりの樹木へ穿孔、産卵し、幼虫が穿孔摂食する。幼虫が成虫になり、穴から出る際は菌が存在すれば、分生子を体に付着させ分散させる (D'Arcy, 2005; Megan et al, 2014)。成虫は樹の傷口付近での摂食や、新たな樹への穿孔の際、胞子を伝搬する。菌は酵素を生成し、導管の細胞を破壊したり、導管の柔組織の肥大化を誘発し水の流れを妨げる。隣接する健康樹の根に感染樹の根が接触し伝染する (D'Arcy, 2005)。

日本においては、2009 年に、倒木あるいはシカによる樹皮被害があるハルニレ、オヒョウの樹皮とそこに穿孔しているニレノオオキクイムシ (*S. esuriens*) の体表から *O. ulmi* 及び *O. novo-ulmi* subsp. *americana* が検出された (Masuya et al., 2009; 森林総合研究所, 2010; 升屋ら, 2010; 岡部ら, 2012)。

8 被害の程度

(*O. novo-ulmi* の両亜種については、あらゆる文献でニレ類立枯病菌として総体的に述べられているため、ほぼ同じと考える。)

北米、欧州及びアジア地域の広範囲に及んだ *O. novo-ulmi* の侵入は、ほとんどのニレ樹が壊滅的に枯死する結果となった。数量的には欧州のある地域の 60~70% のニレの木が枯死にいたった (Tainter and Baker, 1996)。イギリスでは 3 千万本のニレの木が失われた (Brasier, 1996)。2 亜種のニレ類立枯病菌による損失はニレ樹数億本を超えると見積もられた (Brasier and Kirk, 2001)。

9 防除に関する情報

成長期における病徴発見及び感染樹の除去、枯死した樹、剪定枝の焼却。ベクターとなる甲虫の殺虫剤を使用した防除も行われているが、費用がかかり、効果は高くない。殺菌剤の散布は、新たな感染や菌の樹体内の移動防止に有効である (D'Arcy, 2005)。

10 同定、診断及び検出

(1) 診断

ア 病徴: 初期病徴は樹全体の枝葉、あるいは個々の枝葉の突発的な萎凋症状として現れる。葉は稔れ黄化し、後に褐変、早期落葉する。罹病枝の多くは、落葉後、直ちに枯死する。罹病小枝あるいは枝の樹皮を剥くと、外縁部に茶褐色の条班あるいは斑紋が認められる。当該枝を切断 (横断) した場合、外縁部に不完全、あるいは完全な褐変輪帯が認められる (Agrios, 1997; D'Arcy, 2005)

イ 標徴: ニレ類立枯病の病原菌は衰弱樹や枯死樹、または丸太の樹皮中で菌糸や分生子柄束の状態越冬している。越冬していた病原菌がキクイムシ (ベクター) の孔道において分生子や子のう胞子を形成すると罹病樹内で羽化した成虫に多数付着する。この病原菌に汚染された成虫が春期に健全樹へと飛翔し樹皮や木質部を食害すると、体表に付着していた分生子が樹体内に侵入する。これらが発芽して組織内を伸長し、導管に達すると分生子を生じる。その分生子は樹液の流れによって運ばれ、感染部位が拡大し、やがて樹の萎凋・枯死を引き起こす (Agrios, 1997; D'Arcy, 2005)。感染成立には極少量の分生子が樹体内に入り込むだけでよい。実験的には、4 年生樹あるいは 8 年生樹に約 100 個の分生子を接種することにより激しい萎凋症状が引き起こされた (Tainter and Baker, 1996)。宿主が枯死したのち、病原菌は樹幹へと侵入して腐生的に生存し、伝染源となる (Schumann, 1998)。

ウ 検定: 分離菌のコロニーや胞子等の形態観察、シーケンス及び PCR-RFLP 等で検定する。 (Masuya et al., 2009; Konrad et al., 2002)

11 検疫処理及び措置

情報なし。

12 我が国における現行の植物検疫措置

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 (特定重要病害虫対象) である。

13 諸外国での検疫措置状況

中華人民共和国は、輸入禁止有害植物として検疫有害生物のリストに掲載している。

台湾は、輸入した植物に存在していた場合は検疫措置の対象となり、完全除去が確認されない場合は輸入が認められない。

リスクアナリシスの結果

第1 開始(ステージ1)

1. 開始

Ophiostoma ulmi 及び *O. novo-ulmi* subsp. *americana* は我が国の一部に発生しているため、我が国未発生の *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* に対する検疫措置を見直すためにリスクアナリシスを実施した。

2. 対象となる有害動植物

O. novo-ulmi subsp. *novo-ulmi*

3. 対象となる経路

リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報の「2 地理的分布」に示す「国又は地域」からの「3 宿主植物及び国内分布」に示す「宿主植物」であって、「4 感染部位及びその症状」に示す「感染部位」である「茎(幹・枝)、根」を含む植物。

4. 対象となる地域

日本全域

5. 開始の結論

O. novo-ulmi subsp. *novo-ulmi* を開始点とし、本種の発生地域から輸入される植物を経路とした日本全域を対象とする病害虫リスクアナリシスを開始する。

第2 病害虫リスク評価(ステージ2)

1. 農業生産等への影響の評価

評価項目	評価における判断の根拠等	得点
(1) 定着の可能性の評価		
ア リスクアナリシスを実施する地域における潜在的検疫有害動植物の生存の可能性		
(ア) 潜在的検疫有害動植物の生存の可能性	本種は衰弱樹や枯死樹又は丸太の樹皮中で菌糸や分生子柄束の状態越冬する。	
(イ) リスクアナリシスを実施する地域における中間宿主の利用可能性	中間宿主は必須でない。	評価しない
(ウ) 潜在的検疫有害動植物の繁殖戦略	有害植物のため。	5点
イ リスクアナリシスを実施する地域における寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適性		
(ア) 寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適性	宿主植物のニレ属は沖縄を除く46都道府県に分布し街路樹や庭木として栽培されている。	4点
(イ) 潜在的検疫有害動植物の寄主又は宿主範囲の広さ	ニレ科に感染する。	
(ウ) 潜在的検疫有害動植物のリスクアナリシスを実施する地域における環境の好適さ		
(エ) 有害動植物の侵入歴	旧北区の計1に分布する。	1点
ウ 定着の可能性の評価結果		3. 3点
(2) まん延の可能性の評価		
ア 自然分散(自然条件における潜在的検疫有害動植物の分散)		
(イ) 線虫及び有害植物の自然分散		
a ベクター以外による伝搬		
(a) 移動距離	隣接する健康樹の根へ接触感染する。空気伝搬、風雨伝搬、種子伝搬は知られていない。	1点
(b) 伝染環数	2回以上	5点
b ベクターによる伝搬		

(a) ベクターの移動距離	ベクターとなるキクイムシは長距離飛翔が可能である	5点
(b) ベクターの伝搬様式	成虫が分生子を体に付着させ伝搬することから、非永続的伝搬と同様である。	2点
イ 人為分散		
(ア) 農作物を介した分散	宿主植物のニレ属は沖縄県を除く 46 都道府県に分布し街路樹や庭木として栽培されている。	4点
(イ) 非農作物を介した分散	剪定器具から伝搬する。	5点
ウ まん延の可能性の評価結果		4点
(3) 経済的重要性の評価		
ア 直接的影響		
(ア) 影響を受ける農作物又は森林資源	森林資源であるニレ科に影響を与える。	5点
(イ) 生産への影響	発生国で、森林資源の高頻度の枯死が報告されている。	5点
(ウ) 防除の困難さ	感染樹の除去、枯死した樹、剪定枝の焼却がある。	
(エ) 直接的影響の評価結果		
イ 間接的影響		5点
(ア) 農作物の政策上の重要性	該当なし。	一点
(イ) 輸出への影響	中華人民共和国の輸入禁止品リストに掲載されている。	1点
ウ 経済的重要性の評価結果		5点
評価における不確実性		
ヨーロッパにおける <i>O. novo-ulmi</i> の情報は Brasier and Kirk, 2000 をベースに調査したが、これ以降詳細な調査が行われていないため、既にヨーロッパ中にまん延している可能性がある。ヨーロッパの同じ地域内で <i>O. novo-ulmi</i> subsp. <i>novo-ulmi</i> と <i>O. novo-ulmi</i> subsp. <i>americana</i> が存在するところでは、交雑種が多数生じていることから、両種の間性の性質を持ち合わせている種の存在が示唆されるとの報告がある(Konrad et al, 2002)。		
農業生産等への影響評価の結論(病害虫固有のリスク)	高い	66点

2. 入り込みの可能性の評価

(1) 感染部位	枝、幹、根に感染する。		
(2) 伝搬方法	ベクター及び根の接触により伝搬する。よって、侵入経路は〔栽植用植物〕、〔消費生植物〕及び〔木材〕が考えられる。		
(3) 我が国に侵入する可能性のある経路			
	経路・用途	部位	経路となる可能性
	ア 栽植用植物	幹、枝、根	○
	イ 消費生植物	幹、枝	○
	ウ 木材	幹、枝	○
(4) 宿主植物の輸入データ	別紙3を参照		

(5) 侵入する可能性のある経路ごとの評価

ア 栽植用植物

評価項目	評価における判断の根拠等	得点
(ア) 加工処理に耐えて生き残る可能性	栽植用植物のため。	5点
(イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ	有害植物のため。	5点
(ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性	栽植用植物のため。	5点
(エ) 輸入品目からの自然分散の可能性	栽植用植物のため。	5点
評価における不確実性		
栽植用植物の入り込みの可能性の評価の結論	高い	5点

イ 消費用生植物 及び ウ 木材

評価項目	評価における判断の根拠等	得点
(ア) 加工処理に耐えて生き残る可能性	原産地で潜在的検疫有害動植物の生存率に影響を与える加工処理等は実施していない。	5点
(イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ	有害植物のため。	5点
(ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性	宿主植物であるニレ科は沖縄県を除く46都道府県に分布し街路樹や庭木として栽培されている。人口比が0.980	3点
(エ) 輸入品目からの自然分散の可能性	ベクターであるキクイムシ類は、体に胞子を付着し伝搬する。長距離飛翔が可能である。	1点
評価における不確実性 消費用生植物のうち切り枝を経路とした場合、本来の用途ではない栽培目的で使用される可能性があるため、評価の結論には不確実性が伴う。		
消費用生植物及び木材の入り込みの可能性の評価の結論	中程度	3.5点

3. *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* の病害虫リスク評価の結論

農業生産等への影響評価の結論(病害虫固有のリスク)	入り込みのリスク		病害虫リスク評価の結論
	用途	入り込みの可能性の評価の結論	
高い	ア 栽植用植物	高い	高い
	イ 消費用生植物	中程度	中程度(農業生産等への影響が高い)
	ウ 木材	中程度	中程度(農業生産等への影響が高い)

第3 病害虫リスク管理(ステージ3)

リスク評価の結果、*O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* はリスク管理措置が必要な検疫有害植物であると判断されたことから、ステージ3において、発生国からの宿主植物の輸入に伴う本菌の侵入リスクを低減するための適切な管理措置について検討する。本種には本亜種とは異なる別の亜種、*O. novo-ulmi* subsp. *americana* が存在し、発生地においては、本亜種と *O. novo-ulmi* subsp. *americana*、及び両亜種の混雑種が存在していることが知られている。このため、本亜種のみリスク管理措置の対象とすることは困難である。したがって、両亜種を含めた *O. novo-ulmi* に対するリスク管理措置について検討する。

1. *Ophiostoma novo-ulmi* に対するリスク管理措置の選択肢の有効性及び実行可能性の検討

選択肢	方法	有効性及び実行可能性の検討	有効性及び実行可能性の難易		
			実施時期	有効性	実行上の難易
病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地の設定及び維持	国際基準 No.4 又は No.10 の規定に従って設定	〔有効性〕 ● 国際基準に基づき輸出国の国家植物防疫機関が設定、管理、維持する病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地であれば、リスクを十分に低減することができる。 〔実行可能性〕 ● 輸出国において適切に管理されることが条件であるが、実行可能と考えられる。	輸出国輸出前	○	○
栽培地検査	栽培期間中に生育場所において植物の病徴及び媒介虫であるキクイムシの付着について観察する。	〔有効性〕 ● 栽培期間中に病徴を明瞭に示す場合は有効である。 ● 本菌による病徴は葉が萎凋し、黄化・褐変後早期に落葉する。ほとんどの罹病枝は、落葉後に枯死する。これらの病徴は、最初一部の枝にみられるが、時には急速に他の部位にも現れ、ついには樹全体に広がる。本病に感染した枝の樹皮下では、辺材外層部に褐色の条斑が認められ、切断すると外縁部に褐色の輪帯が形成される。このように幹、枝、葉、に病徴を現すため、栽培期間中の検査は有効である。 ● キクイムシ等については、穿入孔、フラスの有無や剥皮等により付着がないことを確認することが可能である。 〔実行可能性〕 ● 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、実行可能と考えられる。	輸出国栽培中	○	○
精密検定	本菌に特異的なプライマーによるPCR検定を実施	〔有効性〕 ● シークエンス及びPCR-RFLP等で特異的に本菌の検出が可能であるとの報告がある。 ● 病徴が明瞭な場合は分離菌からの検定が有効と考えられるが、初	輸出国輸出時 輸入国輸入時	▽ ▽	○ △

		期病徴は軽微であり、目視により見逃す可能性がある。したがって、効果は限定的である。 〔実行可能性〕 ● 検定施設を有すること、検査に時間を要すること等が解消できれば実行可能である。 ● したがって、輸出国であれば実行可能であるが、我が国の輸入検査では実行性が低いと考えられる。			
荷口への当該病害虫の付着がないことを検査証明書に追記	輸出国での検査の結果、当該病原菌及び媒介虫であるキクイムシの付着がないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。 ●-	〔有効性〕 ● 幹・枝に明瞭な病徴を現している場合は、識別可能で、罹病枝の除去が実施されることから有効である。 ● しかし、初期症状は軽微であり、目視によって見逃す可能性がある。したがって、効果は限定的である。 ● キクイムシ等については、穿入孔、フラスの有無や剥皮等により付着がないことを確認することが可能である。 〔実行可能性〕 ● 輸出国において適切な輸出検査が行われることが条件であるが、実行可能と考えられる。	輸出国 輸出時	▽	○
輸出入検査（目視検査）	● 植物体の病徴を観察する。	〔有効性〕 ● 葉、茎、枝、幹に明瞭な病斑を形成している場合は、識別できると判断される。 ● しかし、初期病徴は微小であり見逃す可能性がある。 ● キクイムシ等については、穿入孔、フラスの有無や剥皮等により付着がないことを確認することが可能である。 〔実行可能性〕 ● 通常実施されている輸出入検査であり、十分実行可能である。	輸出国 輸出時 輸入国 輸入時	▽ ▽	○ ○

有効性

○: 効果が高い

▽: 限定条件下で効果がある

×: 効果なし

実行可能性

○: 実行可能

▽: 実行性が低い

—: 検討していない

2. 経路ごとの *Ophiostoma novo-ulmi* に対するリスク管理措置の有効性(上段)及び実行性(下段)一覧
 経路ごとのリスク管理措置について検討した結果を下記のようにとりまとめた。

選択肢 経路	①	②	③	④
	発生生産地の指定 病害虫無発生地域又は無	栽培地検査	検査証明書への追記	輸出入検査
栽培用植物(苗/穂木)	○	○	▽	▽
	○	○	○	○
消費用植物(切り枝)	○	○	▽	▽
	○	○	○	○
木材	○	○	▽	▽
	○	○	○	○

有効性 ○: 効果が高い
 ▽: 限定条件下で効果がある
 ×: 効果なし

実行可能性 ○: 実行可能
 △: 実行性が低い
 —: 検討していない

3. 経路ごとの *Ophiostoma novo-ulmi* に対するリスク管理措置の選択肢の特定

(1) 栽植用植物(苗木、穂木)

ア リスク管理措置

- (ア) 国際基準に従った病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地の設定及び維持(選択肢①)。
- (イ) 栽培地検査(選択肢②)。
- (ウ) 荷口への当該病原菌の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書へ追記する。(選択肢③)

イ 検討結果

本経路に対する入り込みの可能性の評価の結論が「高い」であることから、検疫措置は輸出国へ求めるのが妥当と考える。したがって、本経路に対する検疫措置として、国際基準に従って設定され、管理、維持された病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地であれば本菌の入り込みのリスクを十分に低減する管理措置として有効である(選択肢①)。また、本菌は宿主植物上に明瞭な病徴等を生じることから、輸出国の栽培地において、適切な時期に病徴及び媒介虫の有無を検査する栽培地検査又は輸出時における病徴等の綿密な検査を実施するのであれば有効である(選択肢②又は③)。また、本菌の農業生産等への影響が「高い」である一方、我が国ではすでに *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* が発生していることを併せ考慮すれば、本経路による入り込みのリスクを十分に低減し、かつ貿易制限的でない管理措置として、輸出国において綿密な検査を行い、荷口に本菌の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書へ追記することを求める措置(選択肢は③)が妥当と判断する。

(2) 消費用生植物(切り枝/花)

ア リスク管理措置

- (ア) 国際基準に従った病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地の設定及び維持(選択肢①)。
- (イ) 栽培地検査(選択肢②)。
- (ウ) 荷口への当該病原菌の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書へ追記する。(選択肢③)
- (エ) 輸出入検査(選択肢④)

イ 検討結果

本経路に対する入り込みの可能性の評価の結論が「中程度」であり、本経路に対する管理措置として、国際基準に従って設定され、管理、維持された病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地であれば本菌の入り

込みのリスクを十分に低減する管理措置として有効である(選択肢①)。また、本菌は、宿主植物上に明瞭な病徴等を生じることから、輸出国の栽培地において、適切な時期に病徴及び媒介虫の有無を検査する栽培地検査又は輸出時における病徴等の綿密な検査を実施するのであれば有効である(選択肢②又は③)。一方、通常、輸入される切り枝・切り花は、観賞用として短期間のうちに消費され、直接栽培地へ持ち込まれる可能性は低い。このため、輸入時に切り枝・切り花に病徴等がなければ感染源となる可能性は無視できると考えられる。また、本菌の農業生産等への影響が「高い」である一方、我が国ではすでに *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* が発生していることを併せ考慮すれば、本経路による入り込みのリスクを十分に低減し、かつ貿易制限的でない管理措置として、輸出国において綿密な検査を行い、荷口に本菌の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書に追記することを求める措置(選択肢③)が妥当と判断する。

(3) 木材

ア リスク管理措置

- (ア) 国際基準に従った病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地の設定及び維持(選択肢①)。
- (イ) 輸出国の栽培地において、適切な時期に病徴を目視検査する栽培地検査を実施(選択肢②)。
- (ウ) 荷口への当該病原菌及び媒介虫の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書へ追記する。(選択肢③)
- (エ) 輸出入検査(選択肢④)

イ 検討結果

本経路に対する入り込みの可能性の評価の結論が「中程度」であり、本経路に対する管理措置として、国際基準に従って設定され、管理、維持された病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地であれば本菌の入り込みのリスクを十分に低減する管理措置として有効である(選択肢①)。また、本菌は、宿主植物上に明瞭な病徴等を生じることから、輸出国の栽培地において、適切な時期に病徴及び媒介虫の有無を検査する栽培地検査又は輸出時における病徴等の綿密な検査を実施するのであれば有効である(選択肢②又は③)。一方、通常、輸入される木材は、加工用として消費され、直接栽培地へ持ち込まれる可能性は低い。このため、輸入時に木材に病徴等がなければ感染源となる可能性は無視できると考えられる。また、本菌の農業生産等への影響が「高い」である一方、我が国ではすでに *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *americana* が発生していることを併せ考慮すれば、本経路による入り込みのリスクを十分に低減しかつ貿易制限的でない管理措置として、輸出国において綿密な検査を行い、荷口に本菌の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書に追記することを求める措置が妥当と判断する(選択肢③)。

4. *Ophiostoma novo-ulmi* のリスク管理措置の結論

経路ごとにリスク管理措置の選択肢を検討した結果、本菌の入り込みを低減させる効果があり、かつ必要以上に貿易制限的ではないと判断した各経路の管理措置を以下にとりまとめた。

用途・部位	対象植物	植物検疫措置
栽植用植物(苗木、穂木)	ニレ(<i>Ulmus</i>)属、ゼルコウア・カルピニフォリア(<i>Zelkova carpinifolia</i>)	○輸出国の検査において荷口への本菌の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書へ追記する。
消費生植物(切り枝)		
木材		

***Ophiostoma novo-ulmi* の発生地の根拠**

<i>Ophiostoma novo-ulmi</i> (<i>O. novo-ulmi</i> subsp. <i>americana</i> 及び <i>O. novo-ulmi</i> subsp. <i>novo-ulmi</i>)			
アジア			
日本	発生	USDA fugal database, 2014, Masuya et al., 2009; 森林総合研究所, 2010; 升屋ら, 2010	subsp. <i>americana</i>
中東			
イラン	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
トルコ	発生	Brasier, 2001; EPPO, 2014	subsp. <i>novo-ulmi</i>
欧州			
アイルランド	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
アルバニア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
イタリア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
ウクライナ	発生	Milon et al, 2007	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
英国	発生	Desprez, 2006; Solla et al., 2005	subsp. <i>americana</i>
オーストリア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
オランダ	発生	Solla, 2005; Clive, 2000	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
ギリシャ	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
クロアチア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
スイス	発生	Brasier, 2001; Hoegger, 1996	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
スペイン	発生	Brasier, 2001; Solla et al, 2005; USDA, 2014	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
スロバキア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
スロベニア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
セルビア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
チェコ	発生	Milon et al., 2007	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
デンマーク	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
ドイツ	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
ノルウェー	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
フランス	発生	Solla et al, 2005; Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i>

ブルガリア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
ベルギー	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
ポーランド	発生	Brasier, 2001; USDA, 2014	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
ポルトガル	発生	Brasier, 2001 ; Solla <i>et al.</i> , 2005	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
マケドニア旧ユーゴス ラビア共和国	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
ルーマニア	発生	Brasier, 2001 ; Milon <i>et al.</i> , 2007	subsp. <i>americana</i> 及び subsp. <i>novo-ulmi</i>
ロシア	発生	Brasier, 2001	subsp. <i>novo-ulmi</i>
北米			
アメリカ合衆国	発生	Brasier, 2001; Desprez, 2006;	subsp. <i>americana</i>
カナダ	発生	CABI, 2013	subsp. <i>americana</i>
太洋州			
ニュージーランド	発生	CABI, 2013; Global invasive species database, 2010	subsp. <i>americana</i>

***Ophiostoma novo-ulmi* の宿主植物の根拠**

学 名	科 名	属 名	和 名	英 名	根拠
<i>Ulmus alata</i>	ニレ科	ニレ属		Winged elm	CABI, 2013
<i>Ulmus abies</i>	ニレ科	ニレ属			USDA, 2014
<i>Ulmus americana</i>	ニレ科	ニレ属	アメリカニレ	American elm	USDA, 2014; CABI, 2013
<i>Ulmus davidiana</i>	ニレ科	ニレ属	ハルニレ	Japanese elm	USDA, 2014
<i>Ulmus glabra</i>	ニレ科	ニレ属	オウシュウハルニレ、セイヨウハ ルニレ	Scotch elm, Wych elm	CABI, 2013
<i>Ulmus laciniata</i>	ニレ科	ニレ属	オヒョウ	Cut-leaf elm	USDA, 2014
<i>Ulmus laevis</i>	ニレ科	ニレ属		Russian white elm	CABI, 2013
<i>Ulmus minor</i> (<i>Ulmus carpinifolia</i>)	ニレ科	ニレ属		European field elm	USDA, 2014; CABI, 2013
<i>Ulmus procera</i>	ニレ科	ニレ属	オウシュウニレ、ヨーロッパニレ	English elm	USDA, 2014; CABI, 2013
<i>Ulmus pumila</i>	ニレ科	ニレ属	チャイニーズエルム、ノニレ	Dwarf elm, Siberian elm	CABI, 2013
<i>Ulmus rubra</i>	ニレ科	ニレ属	アカニレ	Slippery elm	CABI, 2013
<i>Ulmus serotina</i>	ニレ科	ニレ属		Red elm	CABI, 2013
<i>Ulmus thomasii</i>	ニレ科	ニレ属		Rock elm	CABI, 2013
<i>Ulmus × hollandica</i>	ニレ科	ニレ属		Hybrid elm	USDA, 2014
<i>Ulmus × hollandica</i> var. <i>vegeta</i>	ニレ科	ニレ属	ヴェジタ	Huntingdon elm	USDA, 2014, W. Watson
<i>Zelkova carpinifolia</i>	ニレ科	ケヤキ属	ゼルコウア・カルピニフォリア	caucasian elm	CABI, 2013

関連する経路の年間輸入量(2012～2014 年)

大分類名	植物 表示名	生産国	発生国	2012		2013		2014	
				検査 件数	検査 数量	検査 件数	検査 数量	検査 件数	検査 数量
栽植用 植物	ニレ属	中国	X	3	60				
		米国	○	1	10				
	アメリカニレ	米国	○					2	100
木材	ニレ属	ロシア	X			1	85		
		米国	○	2	7	5	8	2	4
	アメリカニレ	米国	○					1	3

引用文献

- Agrios G. N. (1997) *Plant Pathology* 4th edition, Academic Press: 346-349.
- Allen M. S. (2000) The control of Dutch elm disease in Winnipeg. *Winnipeg, Canada: Forestry Branch*.
- Brasier C. M. (1991) *Ophiostoma novo-ulmi* sp. nov., causal agent of current Dutch elm Disease pandemic. *Mycopathologia* 15:151-161.
- Brasier C. M. (1996) Low genetic diversity of the *Ophiostoma novo-ulmi* population in Dutch elm disease contotrol. *Report on Forest Research 1996*. London, U.K.:HMSO, Forestry Commission, 20-28.
- Brasier C. M. and S. A. Kirk (2001) Designation of the EAN and NAN races of *Ophiostoma novo-ulmi* as subspecies. *Mycol. Res.* 105 (5): 547-555.
- CABI (2013) *Ophiostoma novo-ulmi*. In: Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CAB International (online), available from <http://www.cabi.org/isc/datasheet/37594> (Last modified 25 July 2013)
- CABI (2015) *Ophiostoma ulmi*. In: Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CAB International (online), available from <http://www.cabi.org/isc/datasheet/12165> (Last modified 20 January 2015)
- Cornell University College of Agriculture and Life Sciences (2015) Dutch elm disease. *Ophiostoma novo-ulmi*, *O. ulmi*. *Plant Disease Diagnostic Clinic* (online), available from <http://plantclinic.cornell.edu/factsheets/dutchelmdisease.pdf> (accessed February-2015)
- D'Arcy, C. J. (2005) Dutch elm disease. *The American Phytopathological Society*. (online), available from <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/DutchElm.aspx> (2000 年公表、updated 2005).
- Desprez, M., L., L. (2006) Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (online), available from http://www.europe-aliens.org/pdf/Ophiostoma_novo-ulmi.pdf, (accessed February-2015)
- Encyclopedia of life (2015a) (online), available from http://eol.org/pages/1005191/data?data_point_uri_id=6019269 (accessed February-2015)
- Encyclopedia of Life (2015b) (online), available from <http://eol.org/info/contribute> (accessed February-2015)
- EPPO (2014) PQR-EPPO database on quarantine pests (online), available from <http://www.eppo.int>, (accessed February-2015)
- Faccoli M., A. Battisti (1997) Observations on the transmission of *Ophiostoma ulmi* by the smaller elm bark beetles (*Scolytus* spp.). *Istituto di Entomologia agrarian*. (online), available from http://iufro-archive.boku.ac.at/wu70307/vallombrosa_pictures/valproc/faccoli.pdf
- Global invasive species database 2010 *Ophiostoma ulmi* sensu lato (fungus). available from <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=130> Last modified 18 March 2010
- 後藤秀章(2009) 日本産キクイムシ類分類学研究の歴史と種のリスト. 日本森林学会誌 91: 479-485.
- Hoegger P. J., T. Binz, U. Heiniger (1996) Detection of genetic variation between *Ophiostoma ulmi* and the NAN and EAN races of *O. novo-ulmi* in Switzerland using RAPD markers. *European Journal of Forest Pathology*, 26(2):57-68;32 ref.
- Konrad H., T. Kirisits, M. Riegler, E. Halmschlager, C. stauffer (2002) Genetic evidence for natural hybeidization between the Dutch elm disease pathogens *Ophiostoma novo-ulmi* ssp. *novo-ulmi* and *O. novo-ulmi* ssp. *Americana*. *Plant Pathology* 51, 78-84.
- 九州大学 (2015) 日本産昆虫目録データベース(MOKUROKU), (online), available from <http://konchudb.agr.agr.kyushu-u.ac.jp/index-j.html> (accessed February-2015)
- MAF (2003) Annual Report of the Ministry of Agriculture and Forestry for the year ended 30 June 2003. Biosecurity (Agriculture and Forestry) . D6. Specific Disease and Pest Responses.
- Masuya H., C. Brasier, Y. Ichihara, T. Kubono, N. Kanzaki (2009) First report of the Dutch elm disease pathogens *Ophiostoma ulmi* and *O. novo-ulmi* in Japan. *New Disease Reports* (online), available from <http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=020006>, (accessed February-2015)
- 升屋勇人・市原優・神崎菜摘・窪野高徳 (2010) 日本におけるニレ類立枯病菌の分布. 森林防疫 59: 220-225.
- Masuya H., Y. Ichihara, M. Ishihara, T. Yamaguchi and N. Kanzakia (2012) Current status of the Dutch elm disease in Japan. IUFRO Working Unit. (online), available from http://hyoka.nenv.k.u-tokyo.ac.jp/alien2012/alien_abst/o03.pdf 及び http://hyoka.nenv.k.u-tokyo.ac.jp/alien2012/alien_report/O03_Masuya.pdf

- Megan M. K., R. A. Cloyd, J. O'Mara, J. J. Griffin (2014) K. State Research and Extension. Kansas State University (online), available from
 〈<http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/pubs/MF3132.pdf>〉(accessed February-2015)
- Dvorak M., M. Tomsovsky, L. Jankovsky (2007) Dutch elm disease in the Czech republic. *Acta Silv. Lign. Hung., Spec. Edition* 269. (online), available from
 〈http://aslh.nymh.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/acta_silvatica/cikkek/VolE3-2007/43_dvorak_tomsovsky_jankovsky.pdf〉, (accessed February-2015)
- 農業生物資源データベース (2015) 日本植物病害名データベース. (online), available from 〈http://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php〉modified
 (accessed February-2015)
- 岡部貴美子・升屋勇人・神崎菜摘 (2012) 森林生物資源の輸入と随伴侵入生物. 地球環境. 17:127-133
- Schumann G. L. (1998) Plant Diseases: Their Biology and Social Impact, Minnesota Academic press: 257-267
- 森林総合研究所 (2010) ニレ類立枯病菌の分布について(プレスリリース). (online), available from
 〈<https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kouho/Press-release/2009/20100106/Nire20100106.html>〉
- Solla A., C. Nasmith, M. C. Dacasa, P. Fuentes-Utrilla, M. Hubbes, L. Gil (2005) First report of *Ophiostoma novo-ulmi* ssp. *novo-ulmi* on elms in the Iberian Peninsula.
New Disease Reports(online), available from 〈<http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=012034>〉
- Stipes. R. J. and R. J. Campana (1981) Compendium of Elm Disease The American Phytopathological Society.
- Tainer, F. H. and F. A. Baker (1996) *Principles of forest pathology*. John Wiley & sons, Inc., New York: 646-665
- The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-0721-02. updated 2005. (online), available from
 〈<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/DutchElm.aspx>〉(accessed February-2015)
- USDA (2014) Fungal Database (online), available from 〈http://nt.ars-grin.gov/fungal_databases/〉 updated on August 11.2014. (accessed February-2015)
- Veljkovic, I. (2004) Dutch Elm Disease down but not out, *Biosecurity* 49 : 1.
- Zipcode Zoo.com (2015) (online), available from 〈http://zipcodezoo.com/Animals/H/Hylurgopinus_rufipes/〉 (Last Revised January 2015)