

スギ集団葉枯症状に関する判定手法の開発

交付金プロⅡ： スギ集団葉枯症状に関する判定手法の開発

目 次

研究の要約	-----	142
1 スギ針葉成分及び土壌特性とスギ集団葉枯症状との関係解析	-----	146
2 スギ集団葉枯症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法の開発	----	152
3 衛星データを用いたスギ集団葉枯症状の広域的分布調査法の開発	-----	156

研 究 の 要 約

I 研究年次及び予算区分

平成 15～17 年度（3 カ年）

交付金プロジェクト

II 主任研究者

主査	前 九州支所長	吉田成章
副主査	前 九州支所研究調整官	阿部恭久
取りまとめ責任者	九州支所長	鶴 助治
	九州支所研究調整監	松本陽介

III 研究場所

森林総合研究所 九州支所

IV 研究目的

宮崎県を中心にスギの衰退・枯損の発生が報告されているが、現在のところその原因は明らかではない。同県では「森林吸収源計測・活用体制整備強化事業」の中で「森林衰退状況調査」として平成 15 年度から調査を開始した。福岡県、大分県、熊本県、鹿児島県でも同様の症状が確認されており、被害が拡大する傾向にあることが懸念されている。今後九州のスギ林業の脅威となる可能性があり、早期に対応する必要がある。

中期計画（ウア 1 a）においては、「被害の拡大が危惧される侵入病虫害や近年顕在化した病虫害について病原体や被害実態を解明する」としており、本症状に関する研究を開始する必要があった。

このため、（1）被害地における養分状態の判定手法及び本症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法を開発し、衰退地における判定精度を向上させること。（2）広域的被害発生状況を把握する手法を開発し、環境条件との関係から被害発生危険地帯を予測する方法を開発すること。（3）各県において分布調査及び危険地判定を行うための手法を提供することを目的とした。

V 研究方法

養分バランスの崩れ、あるいは病原菌の関与が疑われたため、被害地における植物体・土壌の養分的特徴及び病原菌関与の把握を行った。まず、現地調査により、被害地におけるスギの針葉と土壌の養分状態を調査するとともに、各地のスギの針葉の含有成分に関する分析を行い、全国的な視点から、被害地における養分状態の特徴を解析した。また、本症状に対する病原菌の関与の有無、関与する病原菌の検索を行い、簡易診断技術

を開発した。これらにより、被害地における本症状の判定手法を開発するとともに、衛星データを用いて広域における分布を把握できる技術を開発し、過去の拡大パターンを追跡した。

VI 研究結果

1 スギ針葉成分及び土壌特性とスギ集団葉枯症状との関係解析

九州内を踏査し、スギ集団葉枯症の発生地域を把握するとともに、発生林分における土壌と針葉の養分状態と葉枯れ症状との関係を検討した。発生林分の針葉は未発生林分に比べ、1年生葉のK含有率と、当年生葉に対する1年生葉のK(カリウム)の含有率割合が低かった。発生地域の土壌は交換性Kが少ないことに加え、交換性Ca(カルシウム)、Mg(マグネシウム)も少なく、pH(水素イオン濃度)も低い低養分状態であった。このようなことから、葉枯れ症状の発生には、Kの低い栄養状態が関与しているものと考えられた。

2 スギ集団葉枯症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法の開発

スギ集団葉枯症は宮崎県以外に福岡県、大分県、鹿児島県で発生していた。枯死葉に形成された子実体の観察、枯死葉と健全葉からの菌類の分離試験、およびこれらの菌類のスギ苗への接種試験の結果から、スギに対する強い病原性をもつ菌類は認められなかった。

3 衛星データを用いたスギ集団葉枯症状の広域的分布調査法の開発

衛星データによるスギ葉枯症林分の判読可能性を検証した。空間分解能が15mのTerra/ASTERデータの反射スペクトル特性を見ると被害林分では、健全林分と比較して近赤外域のDN値が小さくなり、赤と短波長赤外のDN値が大きくなっていた。この結果、NDVI閾値画像での識別が期待されたが、実際にはヘイズの多いシーンであったため誤判定が多発した。画像分類ではファジー分類による方法を試みたところ、NDVI閾値画像で見られたヘイズの影響による誤分類は、あまり見られなかった。しかし詳細な現地調査を行ったところ、間伐された林分や台風被害地との誤認が多く、またスギ葉枯症が間伐された林分に多い傾向もあり実用的ではなかった。このためより空間分解能が高い赤外カラー空中写真を用いての被害木判読を試みた。判読の結果、被害木は梢端が灰色に表現される形で抽出された。しかし、判読作業は単木単位で行う必要がある。シャドウスポットや写真周辺での光量不足などについては、それぞれについて適正な強調を施すことによって可能となるが、極端に明調あるいは暗調となっている場所では判読が不可能であった。

研究計画（実施年度）

実施課題名：スギ針葉成分及び土壌特性とスギ集団葉枯症状との関係解析（H15～H17）

責任者：今矢明宏（九州支所）

実施課題名：スギ集団葉枯症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法の開発（H15～H17）

責任者：佐橋憲生（九州支所）

実施課題名：衛星データを用いたスギ集団葉枯症状の広域的分布調査法の開発（H15～H17）

責任者：野田巖（九州支所）

Ⅶ 今後の問題点

1 スギ針葉成分及び土壌特性とスギ集団葉枯症状との関係解析

ここでは葉枯れ症状の発生に栄養状態が関与していることを指摘したが、品種や林齢によっても発生状況は異なっており、これらについては今後の課題である。

発生が顕著にみられていた宮崎県でも、2005年度では症状が目立たなくなっていた。発症には気象変化の影響も考えられる。短期間では発生箇所やその拡大傾向を正確に把握することは難しく、長期の定点観測や発生箇所の変遷を追跡する必要がある。

2 スギ集団葉枯症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法の開発

本症の被害発生木に認められる糸状菌に強い病原性は認められなかったが、本症に土壌養分条件が関係している可能性が示唆されていることから、土壌養分欠乏等の強いストレス条件とこれらの糸状菌との相互作用が本症の発生に及ぼす影響について調査する必要がある。

3 衛星データを用いたスギ集団葉枯症状の広域的分布調査法の開発

一部に判読不能地点も認められるが、赤外カラー空中写真の判読手法は症状の判別に有効であった。しかし、衛星データ利用と比較して費用が高いため、この手法を広域で利用する際には経費低減の工夫が必要である。

Ⅷ 研究発表

1 スギ針葉成分及び土壌特性とスギ集団葉枯症状との関係解析

1) 今矢明宏・酒井正治・大貫靖浩・赤間亮夫(2005)スギ集団葉枯症の発生林分とその隣接未発生林分の土壌－宮崎県椎葉村の事例－. 九州森林研究 58:202-205

2) 今矢明宏(2005)土壌シリーズ(9) スギ集団葉枯症状発症林分の土壌. 九州の森と林業 70:4

3) 今矢明宏・重永英年(2006)スギ集団葉枯症の発生地域とその特徴. 九州森林研究59: 247-248

2 スギ集団葉枯症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法の開発

1) 秋庭満輝・石原誠・佐橋憲生(2005)九州地域におけるスギ集団葉枯症の被害木から分離された糸状菌. 九州森林研究58:180-181

3 衛星データを用いたスギ集団葉枯症状の広域的分布調査法の開発

- 1) 齋藤英樹・野田巖(2005)リモートセンシングを用いたスギ集団葉枯症林分の抽出に関する研究. 九州森林研究58:34-37
- 2) 齋藤英樹・野田巖・鹿又秀聡(2006)赤外カラー空中写真を用いたスギ葉枯症林分の識別. 九州森林研究59:209-210

IX 研究担当者

- 1 スギ針葉成分及び土壌特性とスギ集団葉枯症状との関係解析
今矢明宏・重永英年・酒井正治・大貫靖浩・赤間亮夫*（九州支所、*：現在東北支所）、
長倉淳子（立地環境研究領域）、佐々木重行・廣田篤彦・小河誠司（福岡県森林林業技術センター）
- 2 スギ集団葉枯症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法の開発
秋庭満輝・石原誠・佐橋憲生（九州支所）、佐々木重行・小河誠司・津田城栄（福岡県森林林業技術センター）
- 3 衛星データを用いたスギ集団葉枯症状の広域的分布調査法の開発
齋藤英樹・野田巖*（九州支所、*：現在関西支所）

1 スギ針葉成分および土壌特性とスギ集団葉枯症状との関係解析

ア 研究目的

葉枯れ症状は、スギ針葉の黄化にはじまり、早期落葉、樹冠の衰退と続く。このことから養分面でのストレスが関与していることが示唆される。ここでは典型的な発生地に試験地を設定し、針葉および土壌の成分分析を行う。これらの養分状態を未発生林分の針葉および土壌、全国規模で採取されたスギ針葉の分析結果と比較することにより、発生地におけるスギ針葉の成分および土壌養分の特徴を明らかにする。

イ 研究方法

(ア) 踏査

春先から初夏にかけて、遠望して樹冠部が黄色ないしは赤褐色を呈するか、空いて見えること、梢頭部に比して、その下部での葉の変色や葉量の低下が顕著であること、当年葉の伸長は見られるが、2年生以上のシュートに着生している一次枝の先端部から変色が見られることを、この症状の判定基準とし、他の衰退現象との区別を行った。観察は車窓より行い、疑わしい林分において、双眼鏡やフィールドスコープを用いて判定を行った。ハンディ GPS により踏査軌跡と発生箇所の記録を行った。

(イ) 土壌の調査と分析

土壌断面調査は宮崎県で1ヶ所（松木）、熊本県内2ヶ所（水上、湯前）、福岡県内2ヶ所（添田、矢部）のスギ人工林で行った。松木は葉枯れ症状が多く、の地点で観察される椎葉村に位置する。松木の調査地は同一年に植栽された林分のなかで、表層地質がチャートと石灰岩の領域に分かれている。葉枯れ症状はチャートの立地では顕著であるが、石灰岩の立地にはほとんどみられなかった。そのため、各表層地質の立地において試験区を設けた（以下、チャートの立地を発生区、石灰岩の立地を未発生区と記す）。水上、湯前、添田の各調査地は葉枯れ症状が観察される林分であり、矢部は症状が発生していない林分である。土壌断面調査によって形態的特徴を記載するとともに、各層位より化学分析用試料を採取した。これらの試料について pH 及び交換性 Ca、Mg、K の測定を行った。交換性塩基類の抽出には、簡易法であるバッチ法を用いた。

比較対象となる全国値については、酸性雨等森林被害モニタリング事業（林野庁、1997）におけるスギ林の表層土壌データを用いた。

(ウ) 針葉の採取と分析

土壌断面調査を行った林分について、2004 年度は松木の両試験区、2005 年度は熊本県内3ヶ所（水上、湯前、立田山）と福岡県2ヶ所（添田、矢部）のスギ人工林から針葉を採取した。立田山は症状が発生していない林分である。針葉の採取は9～11月に行っ

た。2004 年度については当年生部分について、2005 年度は当年生と 1 年生とに分け、硝酸・過塩素酸による湿式灰化後、ICP 発光分析法により K、Mg、Ca 含有率を調べた。

日本各地の 244 地点のスギ林から採取された当年生葉試料について、K、Mg、Ca 含有率を上記と同様の方法で測定した。本試料は、酸性雨等森林被害モニタリング事業（林野庁、1997）で採取された試料の一部であり、1990～1994 年の 9～11 月に採取された。244 地点の各成分の分析値において、10 パーセントイルならびに 90 パーセントイルの値を求めた。当年生含有率が前者以下または後者以上の場合には、それぞれ、養分が低レベルまたは高レベルにあり、それ以外は中庸であると判定した。

（エ）伐倒調査

添田試験地において、発生木と未発生木を伐倒し、幹、枝、葉の各部の重量測定と年輪解析を行った。

ウ 結果

（ア）発生地域

宮崎県内における発生状況は、宮崎県林業技術センターによる調査によって報告されており、県北西部において発生箇所が多いことが明らかにされている（黒木ほか 2005）。福岡県内（豊前地域を除く）において詳細なスギの衰退状況と分布調査を行った結果、本症状と類似した衰退は少なく、発生は主に添田町や県南部地域に見られた。



図 1-1 踏査ルートと発生箇所

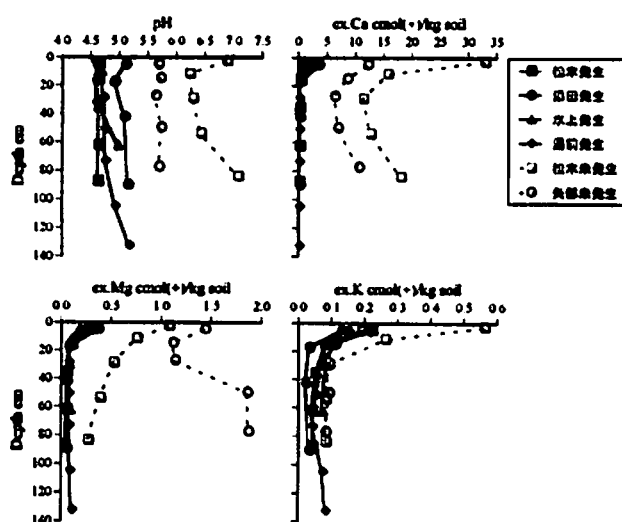


図 1-2 土壌の pH、交換性塩基類

また、翌年度に再調査したところ、回復したと思われる林分も見られた。このほか、大分県山国町、佐伯市、熊本県湯前町、水上村、多良木町、鹿児島県薩摩川内市、金峰町での発生を確認した。一方、背振山地や国東半島、大隅半島などでは発生林分は確認されなかった（図 1-1）。発生箇所の多くは四万十累帯や秩父累帯といった地質構造帯上に分布していた。しかしながら、発生林分の土壌母材は、砂岩や頁岩、片岩、チャート、石灰岩など様々であった。また、これらの地質構造帯以外の発生林分の土壌母材は花崗岩であった。

（イ）土壌断面調査

調査した土壌は、発生、未発生に関わらず、適潤性（偏乾亜型）～適潤性の典型および黄色系の褐色森林土に区分され、九州の森林土壌では普遍的にみられる土壌であった。これらの断面は、極端に礫が多いといったことや堅密であるといったこともなかった。根系分布についても葉枯れ症状の発生状況に応じるような極端な差異は見出されなかった。

松木では、未発生区は石灰岩土壌であることから pH、交換性 Ca が高かったが、交換性 Mg、K についても発生区より高い値を示していた（図 1-2）。発生区的最表層の交換性 Mg、K は全国スギ林表層土壌と比較して低レベルにあった。

水上、湯前、添田の発生林分は、矢部の未発生林分と比べて、pH が低く、交換性 Ca、Mg が少なかった。交換性 K には差異はみられなかったが、最表層の値は全国データに比べ低レベルであった。また、発生林分の交換性 Mg についても低レベルにあった。

表 1-1 松木試験地における当年生葉の養分含有率

	発生区	未発生区
K (mg/g DW)	2.85 (0.56) ^低	4.66 (0.52) ^中
Mg (mg/g DW)	1.30 (0.22) ^低	1.37 (0.28) ^低
Ca (mg/g DW)	11.8 (2.6) ^中	16.0 (1.0) ^中

n=3, 平均(標準偏差)

低、中、高は全国データ百分位の10以下、10～90、90以上

（ウ）針葉成分分析

松木においては、チャートを表層地質とする発生区では、石灰岩立地である未発生区に比べて、葉の K と Ca 含有率が低い傾向にあった。Mg については、発生区と未発生区とで同様の値であった（表 1-1）。全国データと比較した場合、K については、発生区は低レベ

ルにあるが、未発生区は中庸であった。Ca、Mg については、発生区、未発生区ともに、前者は中庸、後者は低レベルにあった。

湯前、水上、添田の発生林分は、矢部、立田山の未発生林分と比べて、K については、1 年生葉の含有率、および当年生葉に対する 1 年生葉の含有率割合が低い傾向にあった(表 1-2)。Mg については、発生林分と未発生林分とで含有率に明らかな違いはみられないが、当年生葉に対する 1 年生葉の含有率割合は、K の場合とは逆に、発生林分で高い傾向にあった。Ca については湯前と水上で低い傾向にあった。当年生葉の含有率を全国データと比較した場合、K については湯前と水上が、Ca については湯前が低レベルにあり、そのほかは中庸であった。Mg については、いずれの林分の値も全国データの中庸に位置した。

表 1-2 葉枯れ症状発生林分と未発生林分における葉の養分含有率の比較

		発生林分			未発生林分	
		湯前	水上	添田	矢部	立田山
K (mg/g DW)	当年	3.36(0.33) ^低	3.14(0.46) ^低	4.57(0.19) ^中	5.98(1.46) ^中	4.08(0.32) ^中
	1 年	2.20(0.26)	2.19(0.39)	3.05(0.14)	4.40(0.27)	3.55(0.50)
	1 年/当年	0.66(0.02)	0.69(0.02)	0.67(0.04)	0.77(0.12)	0.87(0.10)
Mg (mg/g DW)	当年	2.56(0.07) ^中	2.08(0.06) ^中	2.47(0.11) ^中	2.63(0.41) ^中	2.05(0.07) ^中
	1 年	2.18(0.06)	1.75(0.16)	2.07(0.09)	1.97(0.38)	1.57(0.10)
	1 年/当年	0.85(0.01)	0.84(0.08)	0.84(0.06)	0.75(0.06)	0.76(0.02)
Ca (mg/g DW)	当年	6.9(0.4) ^低	8.6(0.4) ^中	16.2(1.4) ^中	12.5(1.7) ^中	14.1(0.4) ^中
	1 年	7.8(0.70)	10.4(1.2)	19.9(2.1)	14.7(3.0)	13.1(0.6)
	1 年/当年	1.12(0.07)	1.21(0.21)	1.24(0.19)	1.16(0.10)	0.93(0.02)

n=3, 平均(標準偏差)

低、中、高は全国データ百分位の 10 以下、10~90、90 以上

(エ) 樹体の特徴

伐倒調査の結果、発生木では未発生木や隣接する林分の他の品種（キウラ）に比べて梢端部から 3m 位までの葉量が少なかった。各部の含水率は未発生個体と差がなかった。

エ 考察

一般的に、K や Mg といった植物体内で移動性の高い要素が欠乏した場合には、葉の変色等の可視障害は旧葉部から始まり、Ca 等の移動性の低い要素の場合には、新芽などで障害が発生することが知られている（西尾、1989）。スギの葉枯れ症状は旧葉部分の変色と早期脱落を特徴としており、養分欠乏という観点からは、移動性の高い要素の関与が予

想される。

同一林分内で表層地質の差異と対応して症状発生の有無が分かれた松木では、発生区では未発生区に比べて葉の K 含有率が低く、その値は野外に生育するスギとしては低いレベルにあった。この結果からは、葉枯れ症状発生の有無には低い K の栄養状態が関与していることが予想される。また、湯前、水上、添田の発生林分では、矢部、立田山の未発生林分に比べて、1 年生葉の K 含有率と、当年生葉に対する 1 年生葉の K の含有率割合が低かったことは、当年葉を展開する際に旧葉部分からの K の回収が大きかったことを示唆している。このような反応は樹体の K の栄養状態が不良であるために生じていることが予想される。松木のみ結果では、発生区、未発生区ともにスギ林としては Mg 含有率が低く、このことが葉枯れ症状発生に関与する潜在要因となっているとも考えられる。しかし、異なる地域での比較では、発生林分、未発生林分ともに葉の Mg 含有率はスギ林としては中庸であることから、葉枯れ症状と Mg の栄養状態との関連は低いと考えられる。

このように針葉の結果からは葉枯れ症状の発生には K の栄養状態が関与していることが予想された。一方、土壌の交換性 K は、松木では、未発生区に比べ発生区で少ない傾向がみられたが、水上、湯前、添田の発生林分と矢部の未発生林分ではスギ林土壌としては低いレベルにあるものの差異はみられない。このように、交換性 K が少ないだけでは葉枯れ症状は発生していない。未発生林分では、pH が高く、交換性 Ca、Mg も多い。K の吸収は、低 pH、低 Ca 条件下で阻害されることも報告されている。このようなことから、葉枯れ症状の発生には、交換性 K が少ないだけでなく、総合的に土壌が低養分状態であることが関係していると予想される。

オ 今後の問題点

ここでは葉枯れ症状の発生に栄養状態が関与していることを指摘したが、品種や林齢によっても発生状況は異なっており、これらについては今後の課題である。

発生が顕著にみられていた宮崎県でも、2005 年度には症状が目立たなくなっていた。短期間では発生箇所やその拡大傾向を正確に把握することは難しく、長期の定点観測や発生箇所の変遷を追跡する必要がある。

カ 要約

九州内を踏査し、スギ集団葉枯症の発生地域を把握するとともに、発生林分における土壌と針葉の養分状態と葉枯れ症状との関係を検討した。発生林分の針葉は未発生林分に比べ、1 年生葉の K 含有率と、当年生葉に対する 1 年生葉の K の含有率割合が低かった。発生地域の土壌は交換性 K が少ないことに加え、交換性 Ca、Mg も少なく、pH も低い低養分状態であった。このようなことから、葉枯れ症状の発生には、K の低い栄養状態が関与しているものと考えられた。

キ 引用文献

黒木逸郎・讃井孝義・福里和朗（2005）原因不明の葉枯れ症状によるスギの衰退．森林防疫 640：133-144．

西尾敏（1989）養分欠乏症の検索とその対策．森林と肥培 140：7-12．

林野庁（1997）酸性雨等森林被害モニタリング事業報告．

（今矢明宏、重永英年、酒井正治、大貫靖浩、赤間亮夫、
長倉淳子、佐々木重行、廣田篤彦、小河誠司）

2 スギ集団葉枯症状に関与する病原菌の検索とその簡易診断法の開発

ア 研究目的

宮崎県を中心に梢頭部の葉枯れを主な症状とするスギの集団的な衰退現象（スギ集団葉枯症と称する）が多発している。近年では宮崎県以外でも本症の発生がみられており、本症が拡大していることが懸念されている。これまでスギに葉枯・枝枯性の被害を起こすものとして約 30 種類の病害が知られており（日本植物病理学会、2000）、本症の発生にも何らかの病原菌が関わっている可能性が考えられるが、現在のところその関与は不明である。そこで、本症に関与する病原菌の検索、その菌の本症への関与の度合いを早急に調査することを目的とした。

イ 研究手法

（１）スギ集団葉枯症の分布と関与する菌類のリストアップ

九州各県の林業試験研究機関の保護担当者への聞き取り調査と、それらの情報に基づく現地調査によって九州における本症の発生状況を調査した。また、本症の被害木の枯死葉に認められる糸状菌を肉眼または顕微鏡で観察し、本症に関与する菌類のリストアップを行った。

（２）スギ集団葉枯症に関与する菌類の特性

本症に関与する菌類の特性を調査するため、衰弱木の枯死葉、健全葉、および無被害地の健全木の健全葉から糸状菌を分離した。高頻度で分離された菌のうち、培地上で孢子等を形成しないため同定できない菌 1 種について、リボソーム RNA 遺伝子の塩基配列情報による同定の検討を行った。これらの分離された糸状菌（フォマ葉枯病菌、ペスタロチア病菌、未同定菌）と関連しそうな既知の病原菌（褐色葉枯病菌、列疣病菌）をスギ挿し木苗（品種タノアカ）に接種し、その病原性を検討した。接種方法は、当年生枝に傷を付けて菌糸片を鋳込む方法、当年生枝の先端を切断してフスマ・オガクズ培地で培養した菌叢を付着させる方法、および菌糸懸濁液を無傷のまたは針で傷を付けた枝葉に噴霧する方法で行った。

ウ 結果

（１）スギ集団葉枯症の分布と関与する菌類のリストアップ

九州地方において聞き取り調査と現地調査を行ったところ、現時点で福岡県、大分県、宮崎県、鹿児島県でスギ集団葉枯症が発生していることを確認した。そのうち、大分県、宮崎県、鹿児島県の被害木から枝を採集し、枯死葉に形成されている菌類の子実体の観察を行った。その結果、褐色葉枯病菌（*Plectosphaerella cryptomeriae*）、ペスタロチ

ア病菌 (*Pestalotiopsis* sp.)、フオマ葉枯病菌 (*Phyllostica cryptomeriae*)、列疣病菌 (*Cercospora cryptomeriaeicola*) などの子実体が観察された。また、福岡県の被害木の枯死葉には、フオマ葉枯病菌などが観察された。

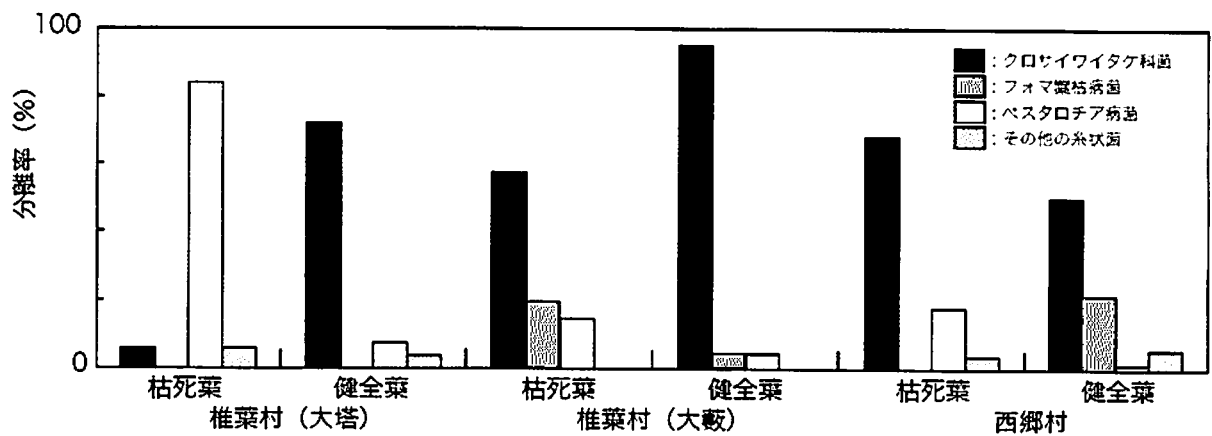


図 2-1 宮崎県の被害木の枯死葉と健全葉から分離された糸状菌の分離率

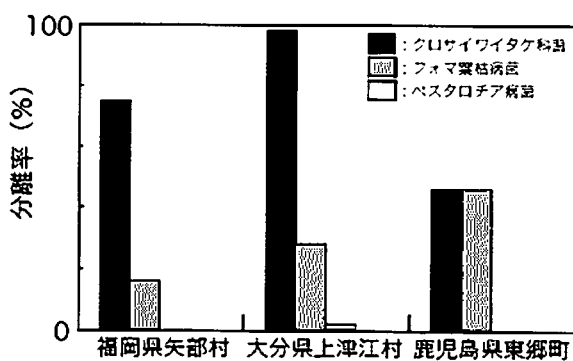


図 2-2 九州 3 県の被害木の健全葉から分離された糸状菌の分離率

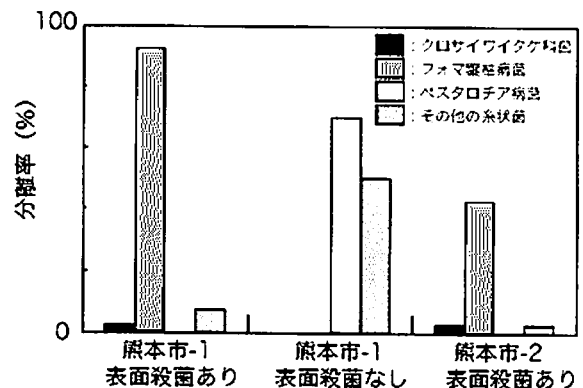


図 2-3 被害未発生地である熊本市のスギ健全木の針葉から分離された糸状菌の分離率

(2) スギ集団葉枯症に関与する菌類の特性

宮崎県椎葉村と諸塚村の被害木の枯死葉および健全葉から糸状菌の組織分離を行った結果、枯死葉からはペスタロチア病菌と未同定菌が、健全葉からはフオマ葉枯病菌と未同定菌が主に分離された (図 2-1)。福岡県矢部村と鹿児島県東郷町の被害木の健全葉からも同様にフオマ葉枯病菌と未同定菌が高率に分離された (図 2-2)。また、本症が発生していない地域である熊本市のスギ健全木の針葉から分離した場合、フオマ葉枯病菌と未同定菌が優占的に分離された (図 2-3)。健全木の針葉から表面殺菌処理を行わずに組織分離した場合、ペスタロチア病菌とその他の菌 (*Cladosporium* 属菌など) が分離され

た（図 2-3）。

分離された未同定菌の核 DNA のリボゾーム RNA 遺伝子（18S リボゾーム遺伝子の一部と ITS1-2、5.8S rRNA 遺伝子）の塩基配列を決定し、DNA データベースに登録されている塩基配列情報との相同性検索を行った結果、クロサイワイタケ科（Xylariaceae）に属する菌である可能性が高いことが判明した。

接種試験の結果、培養菌糸片を枝に差し込む方法では明確な病徴は認められなかった。また、当年生枝の切断面にふすまおが屑培地で培養した菌叢を培地ごと置く方法でも、明確な病徴の伸展は認められなかった。液体培養した菌体を細断して吹きつける方法では、無傷接種では病徴は認められなかったが、有傷接種の場合、いずれの菌でも若干の病原性は認められた。その中で褐色葉枯病菌の病原性が高い傾向があったが、この点は更に検討が必要である。

エ 考察

当初、被害発生状況とこれまでの知見から、本症は褐色葉枯病の被害であると想定していた。しかし、枯死葉に褐色葉枯病菌の子実体が見出されない場合もあり、組織分離でも分離されない。また、接種試験においても強い病原性をもたないものと判断された。褐色葉枯病菌以外に、被害木の枯死葉からはペスタロチア病菌、フオマ葉枯病菌および列疣病菌の子実体は認められたが、列疣病菌を除き、いずれもスギに対する病原性は低い菌であると考えられている（伊藤ほか、1952）。

ペスタロチア病菌は被害木の枯死葉から高頻度に分離され、無被害地の健全葉を表面殺菌処理しなかった場合にも分離されるが、表面殺菌処理をした場合は分離率が大幅に低下することから、健全葉の葉面上に存在している菌であり、スギ針葉が衰弱あるいは枯死した後に針葉内に侵入すると推察された。

一方、フオマ葉枯病菌は被害木と健全木の健全葉から高率に分離されることから、内生菌であると考えられる。本症被害木の枯死葉にフオマ葉枯病菌の子実体の形成が高頻度に認められたことは、針葉が衰弱した後に内生菌として内部に定着していた菌が成長を開始した結果であると考えられた。

列疣病菌はこれまで接種試験例がなく、本研究の接種試験でも明確な病徴を再現することができなかった。また、被害葉上の出現頻度も低いことから、列疣病菌が本症の発生に関与している可能性は少ないと考えられた。これらの既知の病原菌の他に、健全葉からクロサイワイタケ科の菌が高頻度で分離された。本菌は *Muscodora* 属の菌と近縁である新種の内生菌であると考えられるが、本菌がスギに対してどのような影響を及ぼすかについては全く明らかになっていない。

以上のうち、フオマ葉枯病菌とクロサイワイタケ科の菌は九州各地の健全葉から分離されたことから、これらは九州のスギの普遍的な内生菌である可能性がある。しかしこの点に関しては、さらに採集地域を増やして検討する必要がある。

以上のことから、本症の被害発生木に認められる菌類の病原性はそれほど強いものではないと考えられた。特にフオマ葉枯病菌は本来は内生菌であると考えられた。土壌条件の検討結果から考慮すると、土壌の養分欠乏ストレスなどの非生物的要因によって樹木（または上部の針葉）が衰弱した結果、周囲に普遍的に存在する、または内生菌として針葉内部に生息していた糸状菌が見られるようになったものと考えられる。よって、現時点では本症は強力な病原性を持つ病原菌による被害ではないと推定された。

オ 今後の問題点

本症の被害発生木に認められる糸状菌に強い病原性は認められなかったが、本症に土壌養分条件が関係している可能性が示唆されていることから、土壌養分欠乏等の強いストレス条件とこれらの糸状菌との相互作用が本症の発生に及ぼす影響について調査する必要がある。

カ 要約

スギ集団葉枯症は宮崎県以外に福岡県、大分県、鹿児島県で発生していた。枯死葉に形成された子実体の観察、枯死葉と健全葉からの菌類の分離試験、およびこれらの菌類のスギ苗への接種試験の結果から、スギに対する強い病原性をもつ菌類は認められなかった。

キ 引用文献

伊藤一雄・渋川浩三・小林享夫（1952）スギの赤枯病に関する病原性並に病理学的研究

（1）赤枯症状部に認められる菌類の形態及び病原性．林試研報 52：79-152

日本植物病理学会（2000）日本植物病名目録（初版）．日本植物防疫協会．1000p.

（秋庭満輝・石原 誠・佐橋憲生・佐々木重行・小河誠司・津田城栄）

3 衛星データを用いたスギ集団葉枯症状の広域的分布調査法の開発

ア 研究目的

宮崎県において数年前からスギの梢端部が枯れる、いわゆるスギ集団葉枯症が発生している。これらの被害は、椎葉村をはじめとして県北地域、さらに県内全域や鹿児島、大分、福岡などの近県においても確認された(讃井ほか・2001、2003、2004、黒木・2004)。これら衰退の分布と立地環境要因との関係解明のためには、広域における分布を把握する必要があるが、現在の地上からの調査では十分ではない。また、今後の被害予測のために、過去の拡大パターンを追跡する必要がある。本研究の目的は、衛星データによるスギ葉枯症林分の判読可能性を検証することである。

イ 研究方法

研究対象地は大規模な被害が確認されている宮崎県清水岳周辺地域とした。解析には2004年5月14日撮影のTERRA/ASTERデータを用いた。現地調査によって確認された被害地からトレーニングエリアを抽出し、被害地の反射スペクトル特性の把握を行った。またNDVIの閾値画像および画像分類を用いて被害地の抽出を行った。さらに2005年5月に撮影された赤外カラー空中写真をデジタル化した上で強調処理を行い判読に適した画像を作成し、また判読時の問題点を明らかにした。

ウ 結果

空間分解能15mのTerra/ASTERデータの反射スペクトル特性を見ると被害林分では、健全林分と比較して近赤外域のDN値が小さくなり、赤と短波長赤外のDN値が大きくなっていった(図3-1)。この結果、NDVI閾値画像での識別が期待されたが、実際にはヘイズの多いシーンであったため誤判定が多発した。画像分類ではファジー分類による方法を試みたところ、NDVI閾値画像で見られたヘイズの影響による誤分類は、あまり見られなかった(図3-2)。しかし詳細な現地調査を行ったところ、間伐された林分や台風被害地との誤認が多く、またスギ葉枯症が間伐された林分に多い傾向もあり実用的ではなかった。このためより空間分解能が高い赤外カラー空中写真を用いての被害木判読を試みた。

判読の結果、被害木は梢端が灰色に表現される形で抽出された(図3-3、図3-4)。しかし、判読作業は単木単位で行う必要がある。シャドウスポットや写真周辺での光量不足などについては、それぞれについて適正な強調を施すことによって可能となるが、極端に明調あるいは暗調となっている場所では判読が不可能であった。

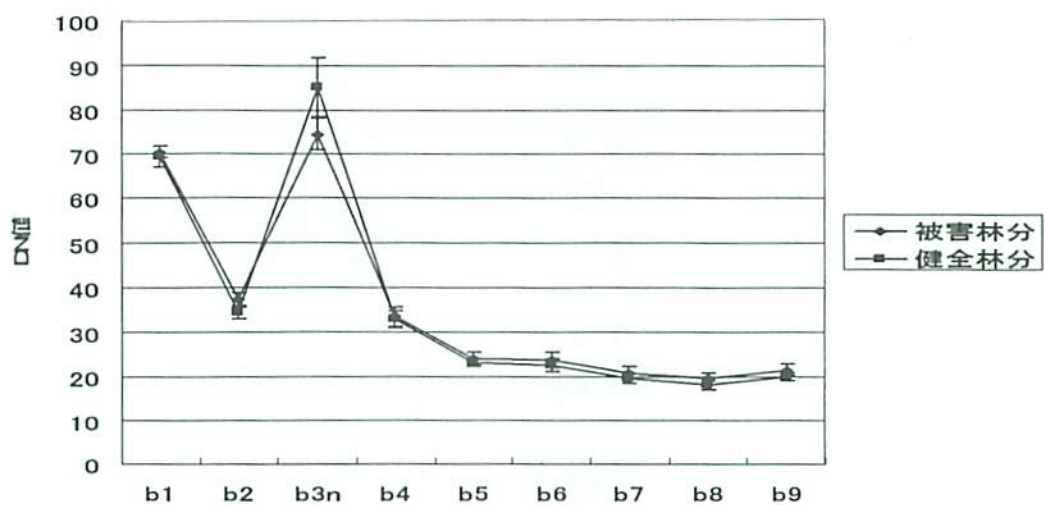


図 3-1 被害林分と健全林分における ASTER データの各バンドの平均値と標準偏差

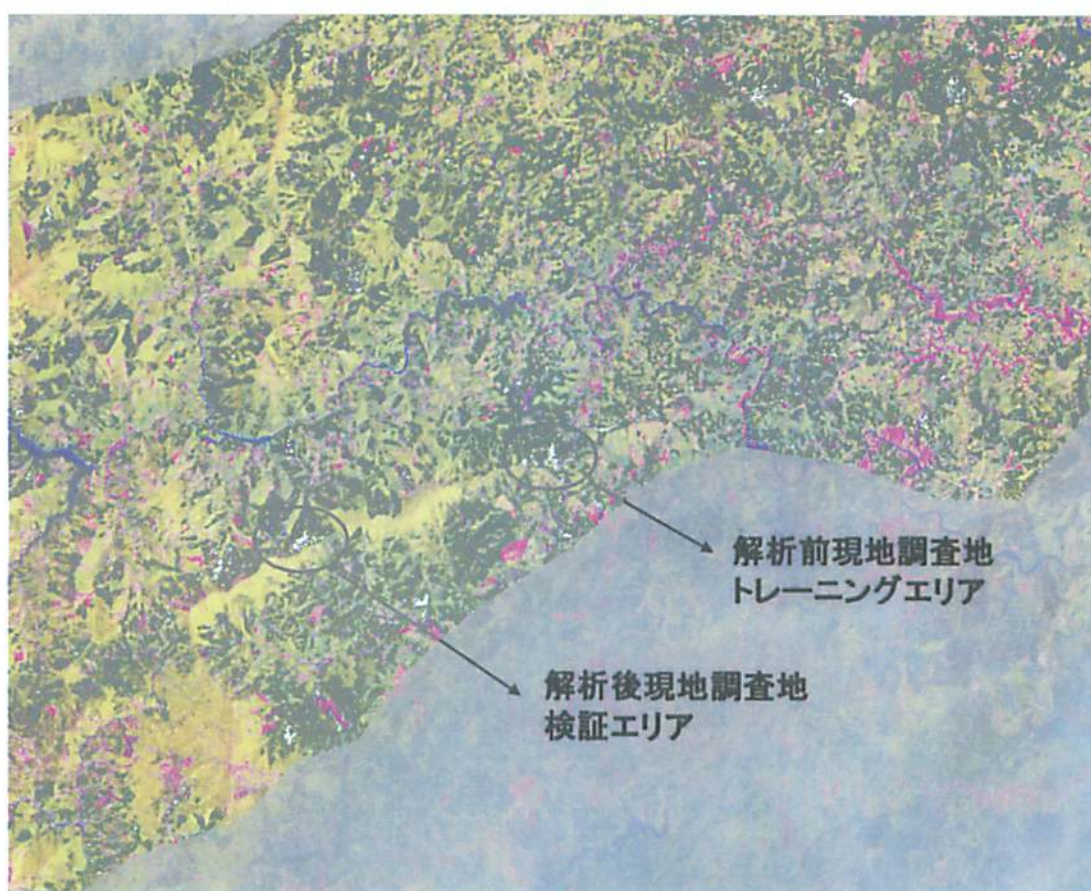


図 3-2 ファジークラスタリング分類によって抽出された被害林分（白が被害地）

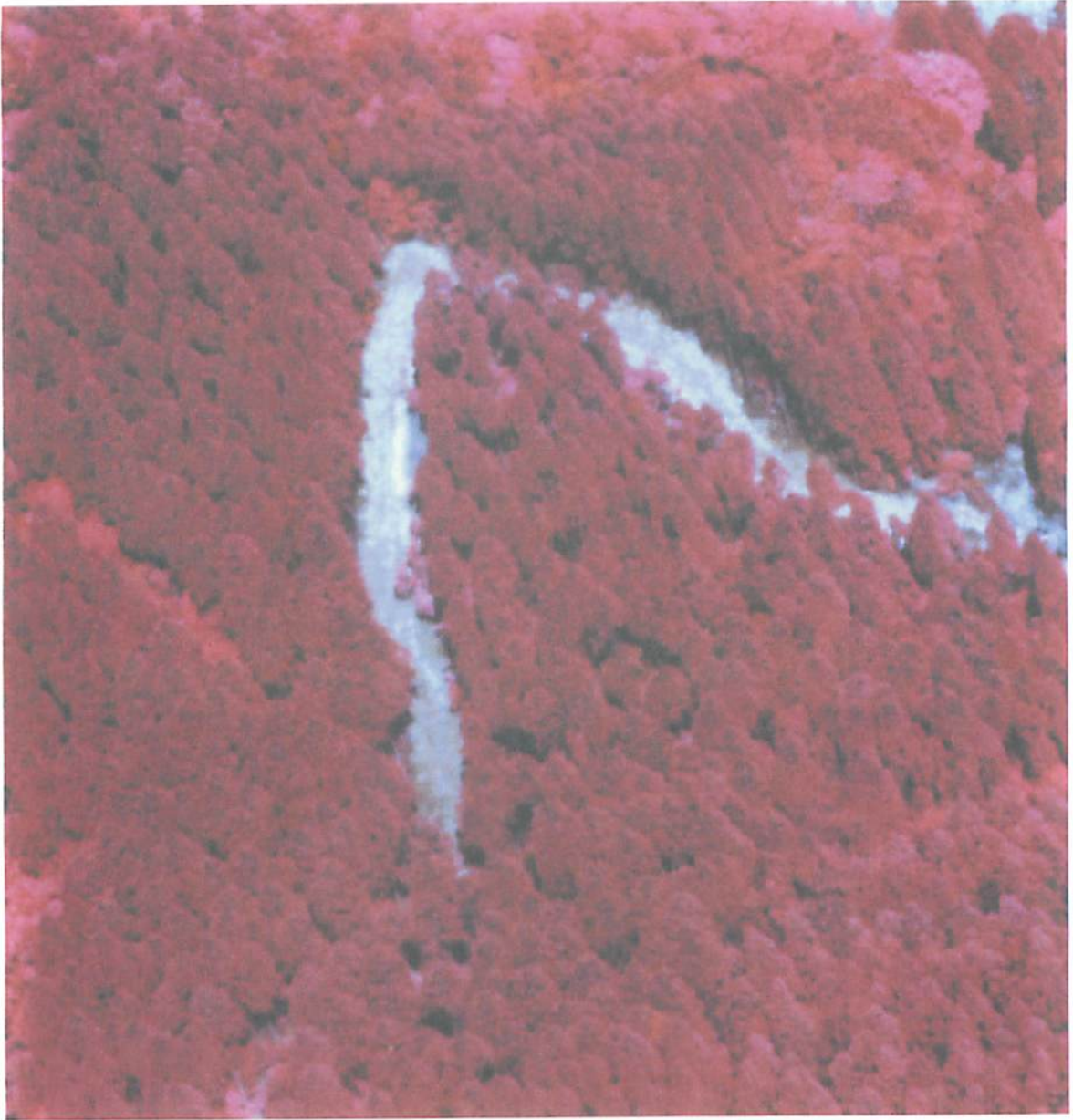


図 3-3 スギ葉枯症被害林分 梢端部が灰色に見える

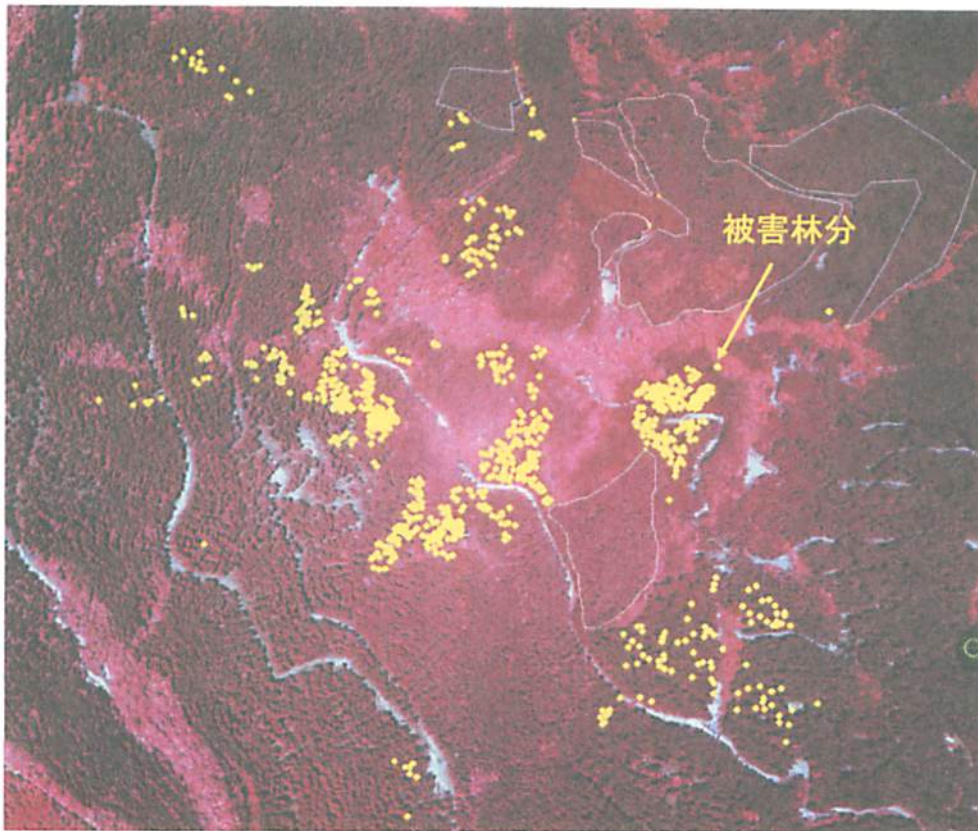


図 3-4 判読結果 黄色の点は被害木

エ 考察

衛星データによるスギ葉枯症林分抽出については、健全林分と被害林分の単純な比較では抽出できる可能性が示されたが、実際には間伐林分や台風被害地との誤認が多く実用的ではないことが明らかとなった。赤外カラー空中写真では、自動抽出は難しいものの単木単位で注意深く観察することにより判読が可能であることが示された。このことからスギ葉枯症が広域にわたって甚大な被害を及ぼす場合には、赤外カラー空中写真による被害林分の把握が期待される。

オ 今後の問題点

一部に判読不能地点も認められるが、赤外カラー空中写真の判読手法は症状の判別に有効であった。しかし、衛星データ利用と比較して費用が嵩むため、この手法を広域で利用するには経費低減の工夫が必要である。

カ 要約

本研究の目的は、衛星データによるスギ葉枯症林分の判読可能性を検証することであ

る。空間分解能が 15m の Terra/ASTER データの反射スペクトル特性を見ると被害林分では、健全林分と比較して近赤外域の DN 値が小さくなり、赤と短波長赤外の DN 値が大きくなっていた。この結果、NDVI 閾値画像での識別が期待されたが、実際にはヘイズの多いシーンであったため誤判定が多発した。画像分類ではファジー分類による方法を試みところ、NDVI 閾値画像で見られたヘイズの影響による誤分類は、あまり見られなかった。しかし詳細な現地調査を行ったところ、間伐された林分や台風被害地との誤認が多く、またスギ葉枯症が間伐された林分に多い傾向もあり実用的ではなかった。このためより空間分解能が高い赤外カラー空中写真を用いての被害木判読を試みた。判読の結果、被害木は梢端が灰色に表現される形で抽出された。しかし、判読作業は単木単位で行う必要がある。シャドウスポットや写真周辺での光量不足などについては、それぞれについて適正な強調を施すことによって可能となるが、極端に明調あるいは暗調となっている場所では判読が不可能であった。

キ 引用文献

黒木逸郎 (2004) スギの葉枯れ症状による衰退. 林業みやざき 2004-7:10

讃井孝義・西村五月 (2001) スギ中・壮齢林の樹勢衰退. 日林九支研論 54:103-104

讃井孝義 (2003) スギ葉枯性病害の大発生. 林業みやざき 2003-7:10-11

讃井孝義・黒木逸郎 (2004) スギ衰退林分の分布と環境要因. 九州森林研究 57:235-238

謝辞

本研究の遂行に当たっては、宮崎県林業技術センターの讃井孝義氏および黒木逸郎氏に宮崎県内のスギ葉枯症に関する情報提供や現地調査遂行に協力いただいた。また赤外カラー空中写真はコダック株式会社および国土撮影株式会社から提供していただいた。ここに記して心より御礼申し上げます。

(齋藤英樹、野田巖)