

論文

## ニホンジカの角こすり剥皮に伴うスギ材の変色と腐朽

陶山大志・周藤成次・金森弘樹

Discoloration and Decay due to Stem Bark Damage by Antler-rubbing of Sika Deer  
(*Cervus nippon*) in Sugi (*Cryptomeria japonica*)

Hiroshi Suyama, Seiji Sudo, and Hiroki Kanamori

### 要 旨

島根県弥山山地のスギ4林分において、ニホンジカの角こすりによる剥皮に伴って生じる材の変色と腐朽について、被害木の解析を行い、菌類の分離を行った。剥皮害の発生率は29~49%であり、地際から地上150cmまでに生じた。木部が露出したすべての剥皮部では辺材に変色が拡大し、また腐朽が生じる場合が多かった。変色は剥皮部から樹幹上・下方向に拡大して地上340cmに及んだが、腐朽は剥皮部の直下に限られた。剥皮部の幅が大きいと、軸方向の変色は伸長し、また心材近くまで変色が達した。剥皮3年後から腐朽が生じたが、剥皮面積の大きいものは形成層が巻き込まず、また腐朽の発生率が高かった。変色・腐朽材からは*Cryptosporiopsis*、*Phialophora*および*Fusarium*を高率に分離した。

### I はじめに

島根半島西部の面積7,000haを占める弥山山地にはニホンジカ (*Cervus nippon*) が生息している。1972年度から本山地全域が捕獲禁止区域とされたが、以後シカによる農林作物の被害が増加し、現在も大きな問題となっている。弥山山地でのシカの農林被害のうち、林木の被害が面積・金額とも最大であり、なかでも問題視されるのは角こすりによる林木の樹幹の剥皮害である(金森ら, 1986)。

金森ら(1986)は樹皮剥皮に伴う材の変色・発生実態を調査した。しかし、材の変色・腐朽の発生状況を数値化するなどしてより具体的に材質劣化状況を知る必要がある。また、変色・腐朽の発生要因や関与する菌類については明らかになっていない。

そこで、角こすりによる剥皮の形態と範囲、そして剥皮に伴って生じる木部の変色と腐朽の発生状況を調査した。また、変色と腐朽の発生と拡大に及ぼす剥皮の幅、剥皮面積および剥皮後の経過年数の影響を検討した。さ

らに、変色と腐朽の形成に関わる菌類を明らかにするため、変色部と腐朽部からの菌分離試験を行った。

本研究は平成13~15年度実施の林野庁林業普及情報活動システム化事業の「針葉樹幹腐朽被害の発生要因の解明と効率的な被害木除去手法の開発に関する調査」で調査したものである。本研究への参加を許された林野庁研究普及課首席研究企画官佐藤明氏、御指導頂いた森林総合研究所九州支所研究調整官阿部恭久氏、ならびに調査に多大な協力して頂いた元出雲農林振興センター林業課の金森浩司氏と林真弘氏に厚くお礼を申し上げる。

### II 調査方法

2001年9~10月、島根県弥山山地のスギ林、大社町2林分、平田市1林分、出雲市1林分、計4林分で剥皮状況を調査した。調査林分は28~31年生の若齢林で、平均胸高直径は21~28cmである(表1)。各林分60~100本について外観から角こすり剥皮の形態、大きさおよび地上高について調査した。角こすり剥皮はその外観から被

害型はつぎの2型に分けられた(金森ら,1986)。①筋状傷跡：角先端によって筋状に生じた傷跡(写真1)。②木部露出剥皮：樹皮が広範囲に剥皮され、木部が露出したもの(写真2～3)。

2002年2～3月、木部露出剥皮の被害木を各林分から4～7本伐倒した。これらから10cm毎に幅2cmの円盤を採取して、被害解析に用いた。各円盤の剥皮害跡から剥皮後の経過年数、剥皮長、剥皮最大幅、剥皮面積および剥皮上端部の地上高を求めた。また、変色と腐朽の発生の有無を調査して、各剥皮部について変色と腐朽の伸展した範囲を軸方向、放射方向および接線方向で求めた。残りの幅8cmの円盤は菌分離に用いた。各円盤の健全部、変色部または腐朽部から3×3×5cm大の試料を

採取した。これら試料を火炎により表面殺菌した後、1試料につき5×5×5mm大の3切片を作製し、これを硫酸ストレプトマイシン(50μg/ml)を添加したジャガイモ・ブドウ糖寒天平板培地上に置いた。そして2～3月の室温下で培養して出現菌を調査した。

### III 調査結果

#### 1. 調査林の剥皮害

各林分の剥皮本数率は29～49%であった。いずれの調査林分においても、木部露出剥皮のみ、また木部露出剥皮と筋状傷跡の両方が生じているものは41～68%を占めた(表2)。剥皮は地上0～180cmの高さに生じたが、50～120cmに生じたものが多かった。

表1 調査林分

調査林	場所	標高(m)	面積(a)	林齢(年生)	平均樹高(m)	胸高直径(cm)
大社-1	大社町鷲浦	90	5	31	16	16～35 (23.5) <sup>a</sup>
大社-2	大社町杵築東	180	23	28	15	16～39 (27.7)
平田	平田市猪目町	40	3	29	14	13～31 (20.0)
出雲	出雲市西林木町	190	10	28	17	13～34 (21.7)

a)平均値

表2 被害本数

調査林	調査本数	被害本数			
		筋状傷跡	木部露出	筋状傷跡+木部露出	計
大社-1	100	13	14	2	29
大社-2	100	15	13	19	47
平田	60	17	8	4	29
出雲	100	22	13	14	49

表3 剥皮の大きさ

調査林	筋状傷跡の長さ(cm)			木部露出剥皮						
				長さ(cm)			幅(cm)			
	～60	61～100	100～120	～60	61～100	100～120	2～5	6～10	11～20	21～46
大社-1	15		1	9	6	3	3	7	6	2
大社-2	22	9	1	17	13	4	8	10	11	5
平田	18	4		7	4	2	5	5	0	3
出雲	28	9		14	10	5	9	11	6	3

表4 調査木の剥皮と変色・腐朽の発生

調査林	調査本数	変色本数	腐朽本数	剥皮数			変色剥皮数	腐朽剥皮数	剥皮後の年数
				筋状傷跡	木部露出	計			
大社-1	4	4	3	2	5	7	7	3	3~11
大社-2	7	7	7	8	10	18	18	10	4~13
平田	4	4	2	6	9	15	15	4	2~5
出雲	4	4	4	1	5	6	6	4	1~11

筋状傷跡は多くが長さ60cm以下であった。一方、木部露出剥皮は長さ60cm以下のものばかりでなく、61~100cmのものも多く、101~120cmのものも少数あり、幅は10cm以下のものばかりでなく、11~20cm、21~46cmと広いものも多かった(表3)。

## 2. 変色と腐朽の発生

各林分4~7本、計19本を供試したが、各林分6~18か所、計46か所の剥皮が生じていた。剥皮後の経過年数は1~13年であり、平田では2~5年と最近被害を受けた。変色はすべての供試木の剥皮に伴って生じた。木口面でみて変色は灰色~灰褐色、扇状、剥皮から辺材内に放射方向に拡大して心材部まで達することが多かった(写真4~6)。腐朽は大社-2と出雲では供試木全部の7本と4本に生じていたが、大社-1では4本中3本、平田-2では4本中2本に生じた。各剥皮に生じた腐朽は大社-1、2および出雲では剥皮6~18か所中4~10か所と約半数に及んだが、平田では15か所中4か所に留まった(表4)。

腐朽は白色繊維状または褐色立方状、アリやシロアリの摂食によって破壊、脱落したものもあった(写真7、9)。また、剥皮部の形成層が巻き込んで外観からは目立たなくなっても、樹幹内部には腐朽が生じたものもあった(写真8)。剥皮幅が10cm未満では22か所剥皮のうち、15か所で巻き込んだが、10cm以上の22か所はすべてが巻き込まなかった。

各調査木の剥皮、変色および腐朽の生じた部位を図1に示す。大社-1では剥皮は地上高60~120cmまで生じたが、変色は剥皮より20~60cm上方の地上高80~180cm

まで伸長した。腐朽は地上高30~120cmの剥皮部直下に生じた。大社-2では剥皮は地上高20~140cmまで生じたが、変色は剥皮より10~70cm上方の地上高30~190cmまで伸長した。腐朽は地上高0~130cmの剥皮部周辺に生じた。平田では剥皮は地上高20~120cmまで生じたが、変色は剥皮直下~110cm上方の地上高20~190cmまで伸長した。腐朽は地上高0~110cmの剥皮部直下に生じ、概して小形であった。出雲では剥皮は地上高100~150cmまで生じたが、剥皮幅が調査木-1は33cm、調査木-2は46cm、調査木-4は29cmと大きかった。変色は剥皮部より10~190cm上方の地上高110~340cmまで伸長した。腐朽は地上高0~160cmの剥皮部直下に生じた。

## 3. 変色拡大と腐朽発生の様相

前述したように剥皮幅が大きい場合その長さも大きく、それに伴って変色の長さも大きくなったが、本調査では最大の剥皮幅を計測して軸方向の変色の拡大や腐朽の発生との関係を検討した。剥皮の幅が5cm未満では軸方向の変色長はほとんどが50cm以下であったが、30~46cmの場合には軸方向にも130~260cmと大きかった(図2)。剥皮幅が10cm未満のものでは腐朽の発生は約15%と低率に留まったが、10cm以上のものでは80%と高率に生じた(図4)。

剥皮後の経過年数と軸方向の変色の拡大との関係を見ると、年数が経過するにつれ軸方向の変色が長くはならなかった。剥皮後8~11年経過したものに変色長の長いものを少数認めたが、これは剥皮最大幅が29~46cmと大きい場合であった(図3)。腐朽は剥皮後3年から生じたが、剥皮幅10cm以上で4年以上のものではほとん

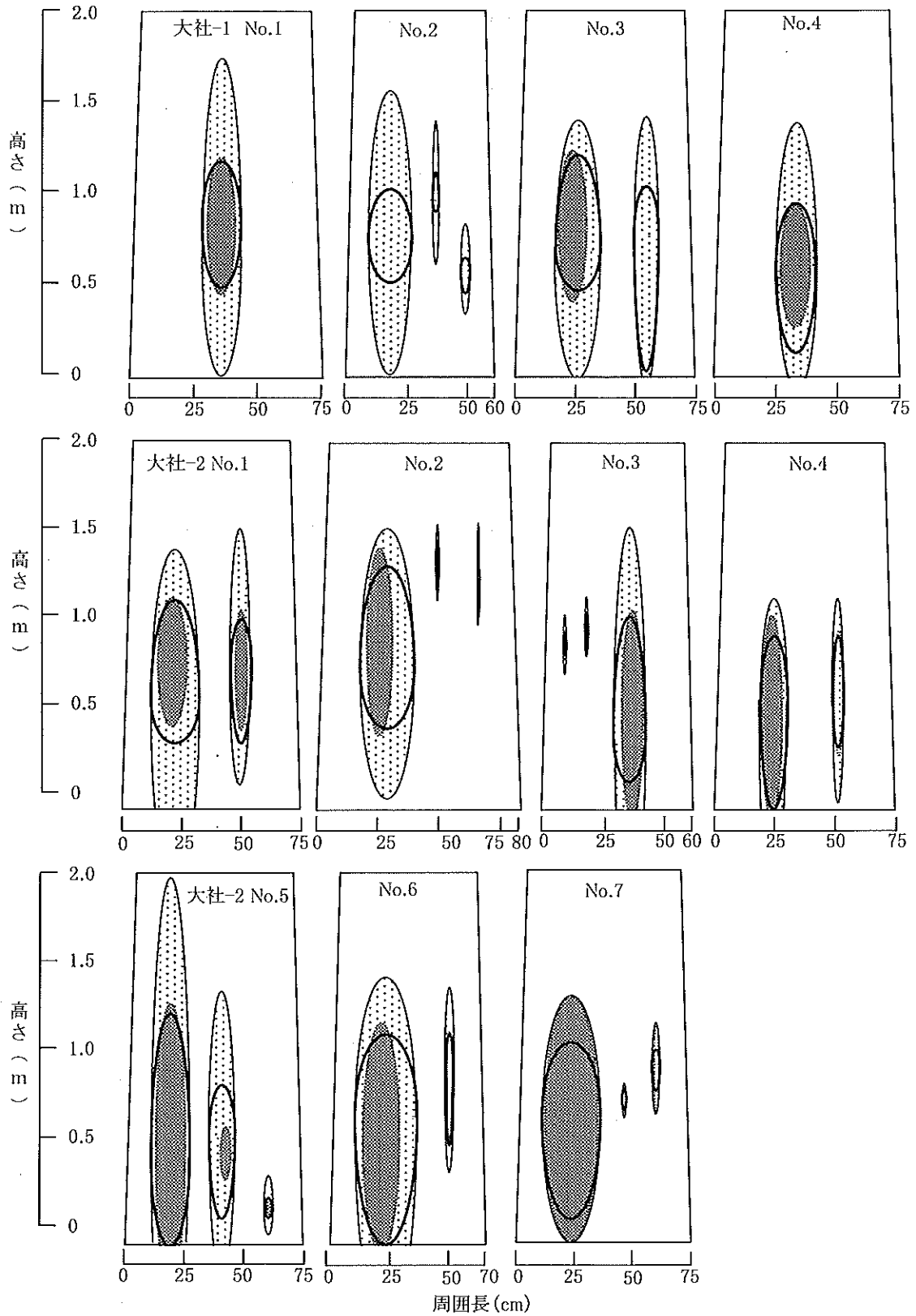
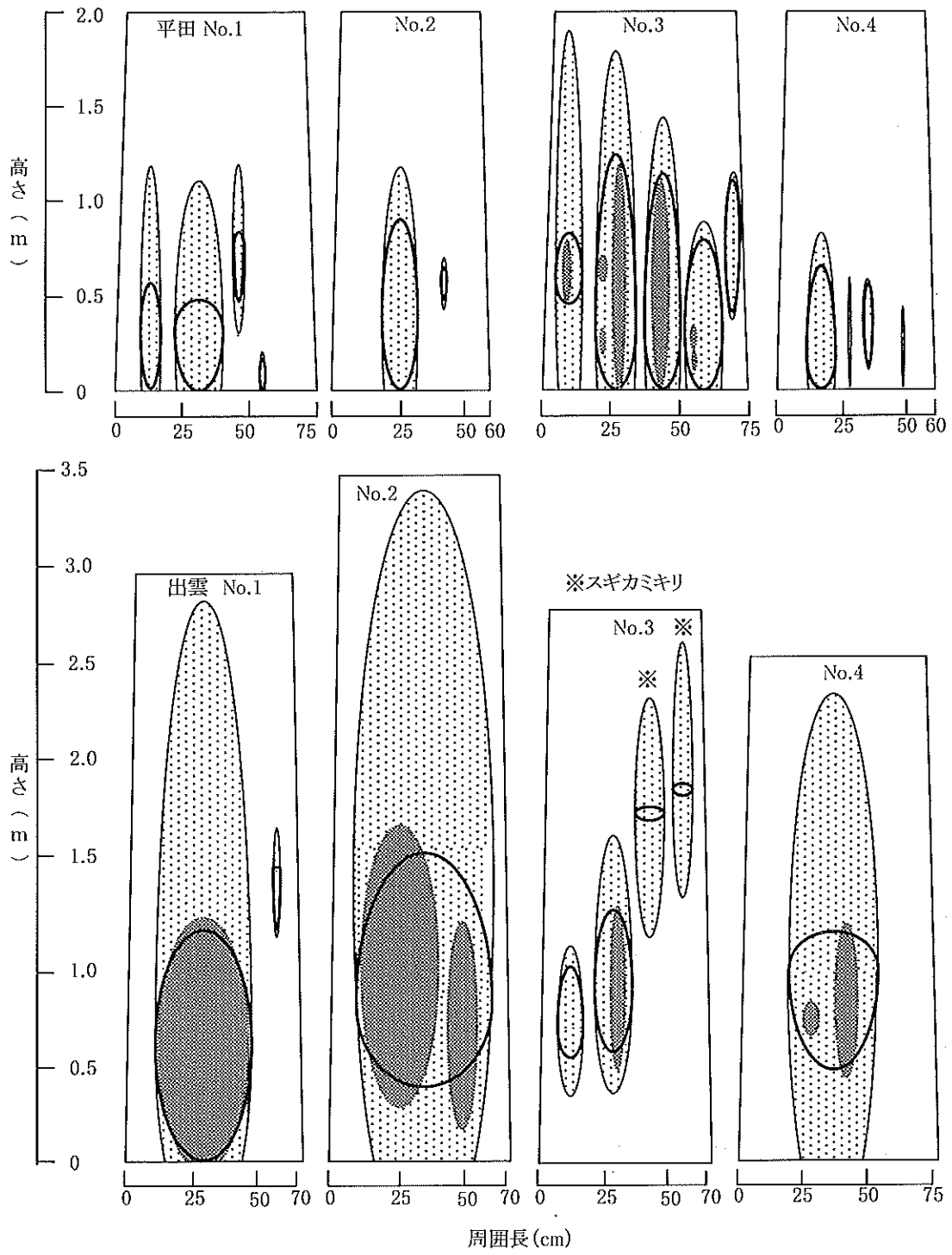


図1 剥皮と変色・腐朽の発生  
 ○ : 剥皮      ⊙ : 変色部      ● : 腐朽部

図1 つづき



どの剥皮部に生じた（図4）。

放射方向の変色の拡大については、剥皮面積が200cm<sup>2</sup>未満では70%が心材部に達したが、200cm<sup>2</sup>以上ではほとんどが心材部に達した。なお、剥皮面積が200cm<sup>2</sup>未満では剥皮後8～12年経過しても辺材部に留まった。剥皮面積が200cm<sup>2</sup>以上で辺材部に留まったものは、剥皮後3年以内と経過年数が短かった（写真4、6）。

接線方向に変色はほとんど拡大しなかった（写真4～6）。

#### 4. 菌類の分離試験

不完全菌類の *Cryptosporiopsis* , *Fusarium* および *Phialophora* の3属に所属する菌類がいずれの調査林分でも多数の被害木から分離された。変色部、腐朽部いずれからもしばしば高率で分離されたが、健全部からは分離されなかった。また、剥皮後2～12年に検出され、剥皮後の年数による差は認めなかった。担子菌類は *Fulammulina velutipes* (エノキタケ) など4種を分離したが、分離率は低かった（表5）。

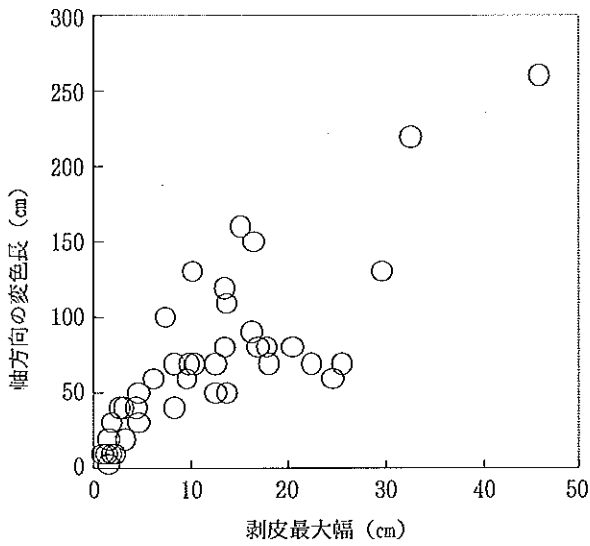


図2 剥皮最大幅と軸方向の変色長との関係

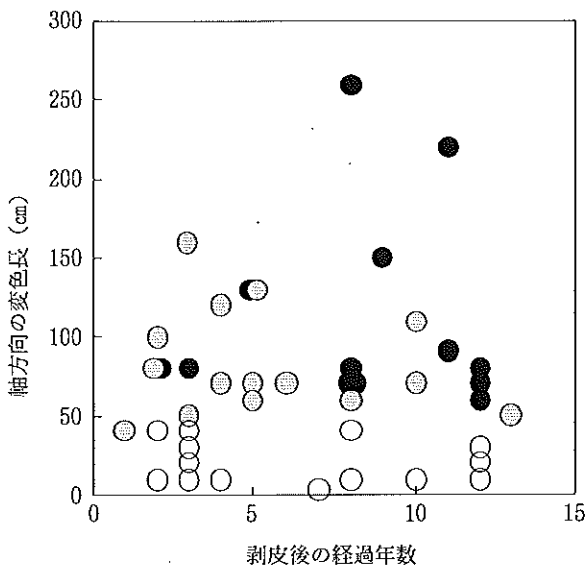


図3 剥皮後の経過年数と軸方向の変色長

- ：剥皮最大幅 5 cm未満
- ： " 5.1～15cm
- ： " 15.1～46cm

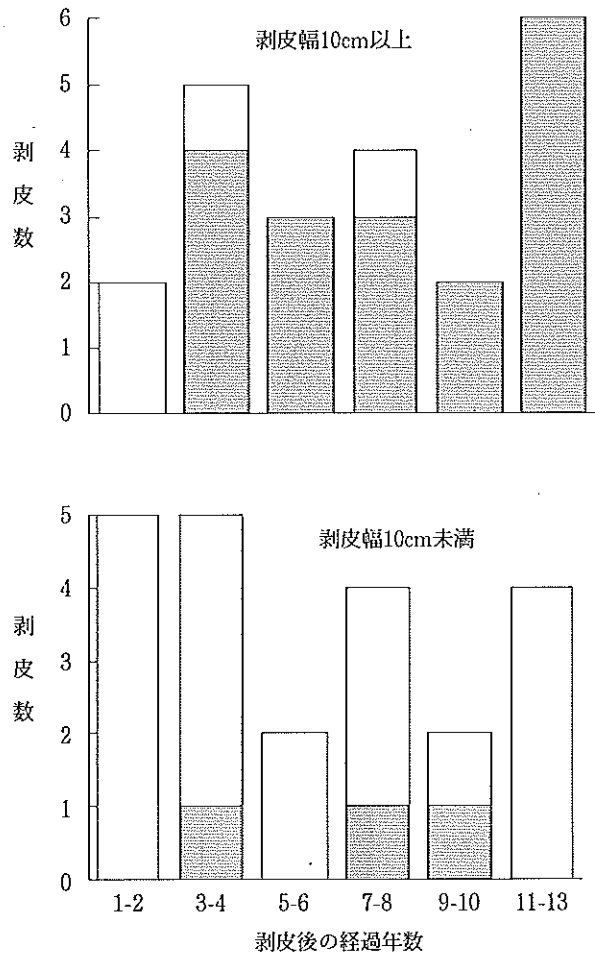


図4 剥皮幅と腐朽発生の関係

- 腐朽発生
- 腐朽未発生

表5 被害材からの菌類の検出結果

分離菌	大社-1			大社-2		
	健全部	変色部	腐朽部 <sup>a</sup>	健全部	変色部	腐朽部
(供試料数)	6	31	9	31	34	54
<i>Phialophora</i>		5	3		20	17
<i>Cryptosporiopsis</i>		4	8		5	20
<i>Fusarium</i>		7	4		15	15
<i>Macrophoma</i>		7	1		1	
<i>Trichoderma</i>		1		3		
<i>Flammulina velutipes</i>					1	
担子菌 a						
担子菌 b						3
担子菌 c						
その他未同定菌		3	3	9	4	13
細菌		1			1	3

a) 変色部も混じる

表5のつづき

分離菌	平田			出雲		
	健全部	変色部	腐朽部	健全部	変色部	腐朽部
(供試料数)	14	64	10	2	17	11
<i>Phialophora</i>		21	4		1	2
<i>Cryptosporiopsis</i>		17	7		2	7
<i>Fusarium</i>		14	4		4	6
<i>Macrophoma</i>						
<i>Trichoderma</i>						1
<i>Flammulina velutipes</i>		3			4	1
担子菌 a		1				
担子菌 b						
担子菌 c	1					
その他未同定菌	10	20	3		2	1
細菌		3				

#### IV 考察

本調査においてニホンジカの角こすりによるスギの剥皮害は筋状傷跡と木部露出剥皮に分けたが(金森ら, 1986), 木部露出剥皮は剥皮の幅や面積が大きく, 変色は樹幹上下方向に大きく拡大し, また腐朽が生じている場合が多かった。一方, 筋状傷跡は剥皮の幅が狭く, ま

た面積も小さく, 変色は剥皮部直下に留まり, 腐朽は発生することは少なかった。各調査林の被害木の50%以上に木部露出剥皮が生じた。本調査地である島根県弥山山地での既往の剥皮害の調査でも, 木部露出剥皮が半数を占めている林分が多い(金森, 1986)。したがってシカ被害木のうち木部露出剥皮の生じた被害木は林分内で約

半数を占め、また材質的な損失が大きい。シカ角こすり剥皮被害木はいずれも大小の材質的な劣化が必ず伴うため、早期に間伐すべきである。被害木をすべて間伐できない場合は、材質劣化の著しい木部露出剥皮を優先して間伐するのも1つの手法である。

剥皮害は地際～150cmに生じたが、材の変色は剥皮部を越えて最大340cmに拡大した。一方、本調査では腐朽部は剥皮部直下に生じて樹幹上方に大きく拡大しなかった。したがって、本調査林でのおもな材質劣化被害は変色被害である。ただし、さらに年数が経過すれば腐朽も拡大する可能性もある。シカ角こすりによる被害は外観的な剥皮が目立つが、それに伴って生じる材の変色や腐朽が著しく、また、被害発生部位は一番玉であるため、経済的な損失が大きいことを確認した。

剥皮幅が大きいと軸方向の変色は長い傾向があったが、剥皮後の経過年数との関係は認めなかった。剥皮に伴う変色は数年で一定の範囲で留まると考える。剥皮幅の大きいものは形成層が巻き込んでおらず、腐朽の発生は高率であった。剥皮面積が大きいものでは形成層が巻き込むまでに長年月を要し、腐朽菌が侵入して定着したと考える。

傷害に伴って発生するスギの変色・腐朽についての報告では、山田ら(1992)はニホンツキノワグマによるスギの材変色と腐朽を調査して、剥皮規模が大きい場合、あるいは剥皮部の巻き込みが不完全な場合には、変色や腐朽が顕著であったとしている。また、小松・勝又(1983)はスギカミキリによる材変色長を調査して、外観からの被害形態の激しさを被害指数として示し、被害指数が高くなるにつれ、変色が長くなる場合もあったと報告している。

変色部からは*Cryptosporiopsis*、*Phialophora*、および*Fusarium*の3属菌が高率に分離された。スギの傷害に伴う変色部あるいは腐朽部からの分離菌の既往の調査をみると、ツキノワグマによる剥皮による材変色や腐朽部からは*Phialophora*と*Fusarium*が優先的に検出した(山田ら、1992)。東北地方でのスギノアカネトラカミキリ加害による変色材部からは*Fusarium solani*を優先して検出した(横澤・金子、1986)。福島県と神奈川県での同様な調査では*Cryptosporiopsis abietina*、*Phialophora*、および*Fusarium*が主に検出した(小林

ら、1986)。スギカミキリ加害による材変色部からは*Fusarium*、*Macrophoma sugi*、*Cryptosporiopsis abietina*および*Phialophora*属菌などが主として検出した(小林ら、1986；田村・山田、1986)。したがって、本調査で優先的に分離された*Phialophora*、*Cryptosporiopsis*および*Fusarium*はスギ材の変色部から検出される一般的な糸状菌類と考える。伊藤(1982)はスギ材変色部からの分離菌をスギに接種した結果、複数の糸状菌類がスギ材に定着可能であり、それらが変色に関与している可能性があるとしている。

腐朽に形成に関与する担子菌類は検出率が低かった。傷害部の腐朽菌の侵入・定着について、Shigo(1967)は非腐朽性糸状菌が侵入したのち腐朽菌が侵入すると報告した。一方、傷害部には早くから腐朽菌が侵入するが、最初の侵入菌が生育が早く、拮抗力の大きい非腐朽性糸状菌であると、担子菌の腐朽菌の侵入が強く阻害される(Mercer, 1982；Schortle & Cowling, 1978)。本調査では不完全菌類3属菌が高率に、腐朽菌は低率に分離されたが、傷害に伴ってスギ材に侵入する非腐朽性糸状菌と腐朽菌の拮抗関係は今後の検討を要する。

## 引用文献

- 伊藤進一郎(1982) スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生態と加害(VI) 加害に伴う材変色・腐朽に関与する微生物(3) 主要分離糸状菌の材変色性. 森林防疫38:62-66.
- 金森弘樹ら(1986) 島根半島弥山山地におけるニホンジカに関する調査(I). 56pp 島根県農林水産部林政課.
- 小林亨夫・窪野高德・楠木 学・林 弘子(1986) スギ・ヒノキ穿孔性害虫の加害に関連する微生物(予報)(I) 被害材の糸状菌相. 97回日林論:507-508.
- 小松利昭・勝又敏彦(1983) 宮城県におけるスギ・ヒノキ穿孔性害虫(スギカミキリ)の被害(第1報)一材内の変色状況について一. 日本林学会東北支部会誌35:152~154.
- Mercer,P.C(1982) Decomposer basidiomycetes, their biology and ecology, ed. Frankland et al., 143, Cambridge Univ. Press, 355pp.
- 野口琢朗(2004) シカ被害防止及びモニタリング技術開発に関する研究. 熊本県林業研究指導所30:1-9.
- Schortle, W.C.,Cowling, E.B. (1978) Development of



- discoloration, decay, and microorganisms following wounding of sweetgum and yellow - poplar trees. *Rhytopathology* 68, 609 - 616.
- Shigo.A.L (1967) The early stages of discoloration and decay in living hardwoods in North Eastern United States: a consideration of wounded - initiated discoloration and heartwood. Proceedings of 14th International Union of Forest Research Organization Congress, 9, Section 41,117 - 33. Vienna:IUFRO Secretariat.
- 田村忠弘・山田利博 (1986) スギカミキリ食害木における材の変色および腐朽. 林試関西支年報27:38.
- 山田文雄・小泉 透・伊藤進一郎・山田利博・三浦出洋・田中正己 (1992) ニホンツキノワグマによる剥皮のスギ材質に及ぼす影響. 103回日林論, 545 - 546.
- 横澤良憲・金子繁 (1986) スギノアカネトラカミキリ加害材からの糸状菌類の分離と接種実験. 日林東北支誌38:235 - 236.

Discoloration and Decay due to Stem Bark Damage by Antler -rubbing of Sika Deer (*Cervus nippon*)  
in Sugi (*Cryptomeria japonica*)

Hiroshi Suyama, Seiji Sudo, and Hiroki Kanamori

**ABSTRACT**

In order to make deterioration of timber due to stem bark damage by antler -rubbing of Sika deer clear, discoloration and decay of the xylem were examined and fungi were isolated in *Cryptomeria japonica*, at four stands in the Misen mountains, Shimane Prefecture. The damage rate varied from 29 to 49% of all the examined trees. All the xylems under the injuries due to debarking discolored widely. Discolored lesions degenerated into decay under the injuries on several trees. Discoloration extended vertically up to 340cm above the ground. It extended longer and close to the heartwood, where the injury was wider around the stems. The xylem decayed three and more years after injury. It developed where the injury was wider around the stems and was not recovered by cambium of the stems.

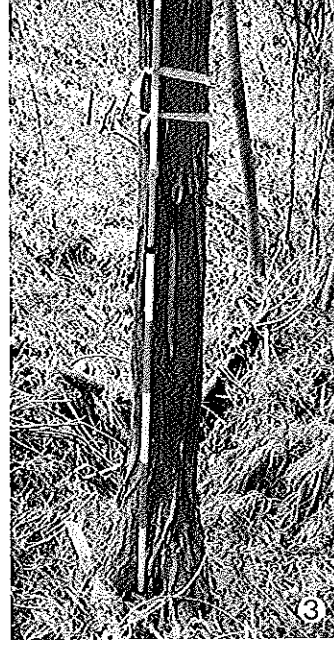
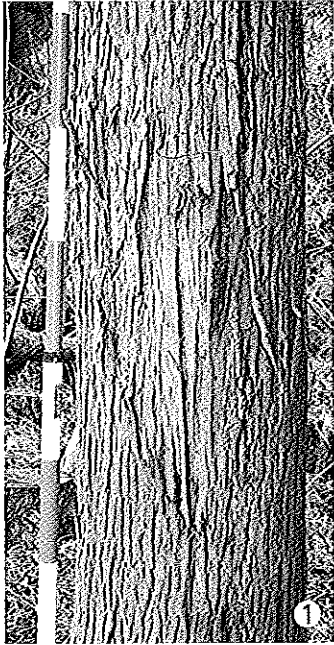


写真1～3 木部露出した剥皮害

写真1 癒合した筋状の剥皮（大社－2）

写真2 広い面積で剥皮され、木部が露出した被害木（大社－1）

写真3 剥皮後8年経ち、未癒合のままの木部が露出した被害木（大社－2）

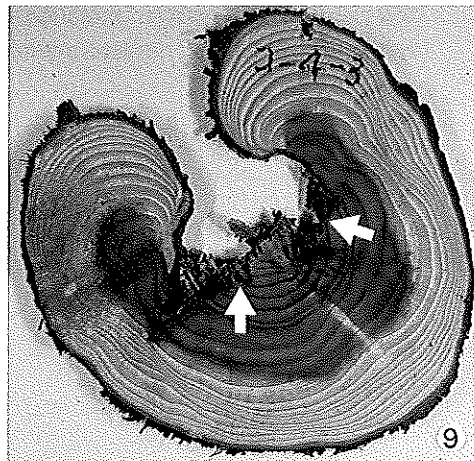
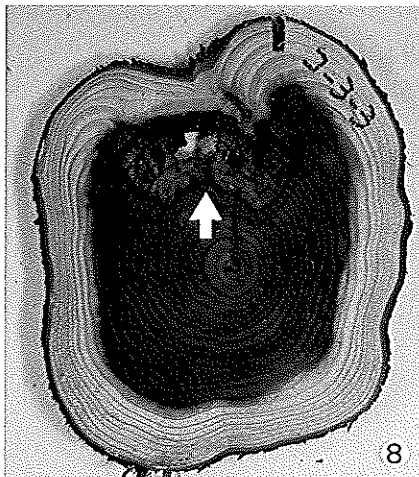
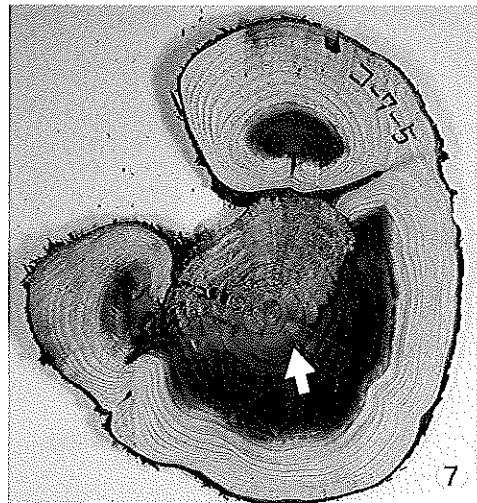
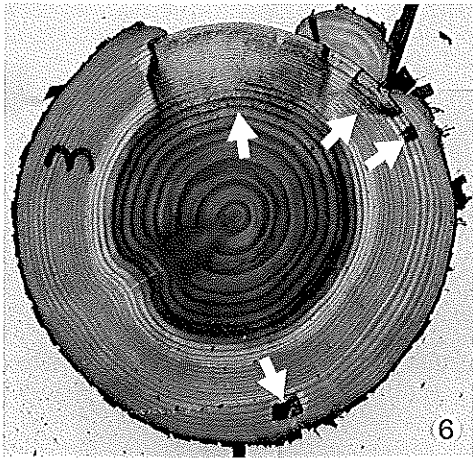
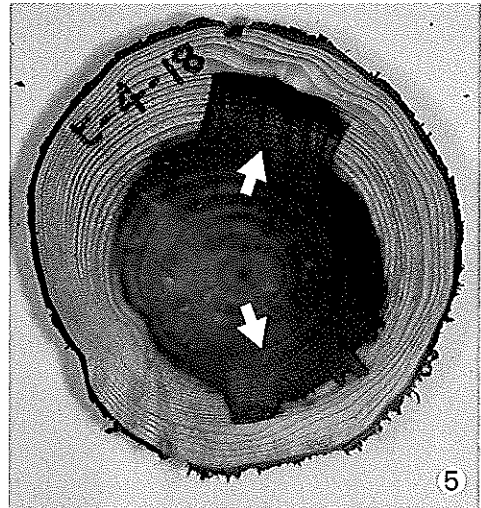
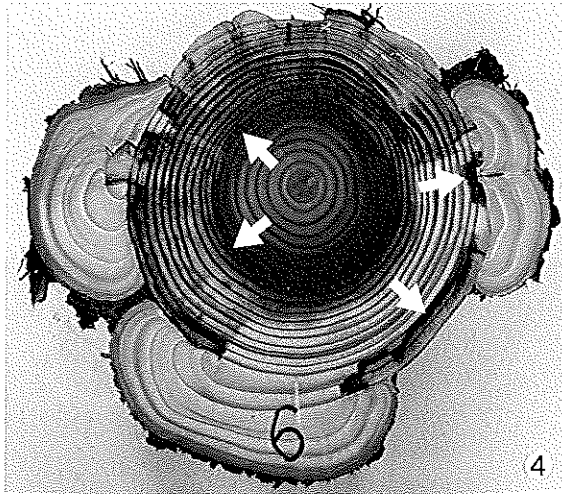


写真4～6 剥皮に伴う変色

写真7～8 剥皮に伴う腐朽

写真4 樹幹の変形と変色（平田）

写真7 白色腐朽の拡大（大社-2）

写真5 剥皮部上方に伸長した変色（大社-2）

写真8 癒合した剥皮部と内部の腐朽（大社-2）

写真6 大・小の幅の剥皮部での変色（平田）

写真9 アリやシロアリによる腐朽部の脱落（大社-2）