

ツキノワグマによる人工林剥皮被害の発生推移とその把握（Ⅰ）

An investigation to grasp occurrence of conifer damage by Japanese black bear（Ⅰ）

－発生状況と拡大様式の把握－

To grasp occurrence of conifer damage and spatial diffusion

片平篤行

要旨

県内で発生するツキノワグマによる剥皮被害の発生状況及び拡大様式を、空中写真により調査した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1 剥皮被害は県内5地域で発生し、被害面積、被害強度ともに県東部地域が突出していた。
- 2 すべての地域で被害面積が拡大しているが、河川等の地形要因により一定の制限を受けていた。
- 3 被害の拡大速度は地域により異なり、平均拡大速度は広域で600m/年、小域で300m/年だった。

キーワード ツキノワグマ、人工林、剥皮被害、拡散、GIS

I はじめに

ツキノワグマによる人工林剥皮被害は全国的に増加傾向にあり、森林被害統計による県内の剥皮被害は1995年から報告がある。被害の発生は県東部地域の桐生市、みどり市周辺に集中し、県内の他地域でも被害が見られる。針葉樹人工林はツキノワグマにより幹周の50%（八神, 2001）又は70%（渡辺ら, 1976）以上を剥皮されると枯死木が発生し始め、枯死により赤変（以下、赤枯木とする）した樹冠は変色しながら枝葉の脱落が進み、この間は遠方からでも目視確認することができる。また、空中写真を利用することにより、急傾斜地や沢奥部など、現地確認が困難な箇所での被害発生を確認することも可能であり、空中写真により把握した赤枯木と林内の剥皮被害率は、高い相関が示されることが報告されている（片平, 2013）

既報（片平, 2013）において、空中写真を利用した桐生市、みどり市の詳細な被害状況を報告しているが、県内他地域の被害発生については詳細な被害把握がされていない。このため、当報告では既報同様に空中写真を利用した被害調査を行い、県内全域で発生する剥皮被害の発生状況と拡大傾向について考察する。



図－1 森林計画区及び事務所配置図

II 方法

1 空中写真を利用した被害発生状況の把握

(1) 被害発生状況の把握方法

県内の森林域は4つの森林計画区に区分され（図－1）、地域森林計画樹立のために5年毎に空中

写真が撮影され、これを基に正射投影画像（以下オルソフォトとする）が作成されている。県内全域の剥皮被害の発生状況は、オルソフォト及びデジタル化したカラー空中写真（カラスキャナ：Epson offirio ES-7000Hにより600dpiでデジタル化し、幾何補正せずPC画面上で同箇所のオルソフォトにより位置確定したもの）を使用し把握した。空中写真はモノクロ撮影では樹冠の赤変が判別不能のため、カラー撮影された1995年から2013年までの空中写真を分析に使用し、空中写真の撮影年度が森林計画区を一巡する期間を1～4期に区分している。（表－1）。

表－1 計画区別撮影年

森林計画区名	撮影年			
	1期	2期	3期	4期
利根上流	—	—	2004	2009
利根下流	1995	2000	2005	2010
吾妻	1996	2001	2006	2011
西毛Ⅰ	1997	2002	2007	2012
西毛Ⅱ	1998	2003	2008	2013

オルソフォト及びデジタル化したカラー空中写真は背景図としてGISソフト（地図太郎Version6.50 東京カートグラフィック(株)）に取り込み使用した。空中写真の地上分解能は50cmで作成されており、樹冠の形状や色調が判別できる。このため、枯死木の判別はPC画面上で目視により行い、樹冠が黄変、茶変したものは判別が難しいため、変色が明確に区別できる赤変のみとした（片平,2013）。赤枯木の位置は樹冠形状や森林計画図により針葉樹を判別し、一本に一つの点として樹冠頂部にGIS上で選点し（以下、赤枯点とする）、新たなレイヤーに赤枯点情報として記録した。

撮影年別に作成した赤枯点情報は、GISソフト（PC-Mapping HT ver.7 及び QGIS ver. 1.7.1～2.6.1）を用いて、国土数値情報データ（標高傾斜度5次メッシュ）の250mポリゴンレイヤーに付与し、250m被害メッシュを作成した。同様に基準地域メッシュ（1kmメッシュ）を利用し、1km被害メッシュを作成すると共に、1km被害メッシュ内の赤枯点をメッシュ別に合計し、1km被害度メッシュを作成した。

（2）森林計画区別の被害発生状況の把握

県内で発生する剥皮被害の発生時期や増加傾向を把握するため、（1）により作成した250m被害メッシュ数と赤枯点数を、森林計画区及び撮影年度別に集計した。また、撮影年度間で重複する被害メッシュを除き、新たに発生した被害メッシュのみの累積図を作成し、計画区別の被害の増加傾向を考察した。

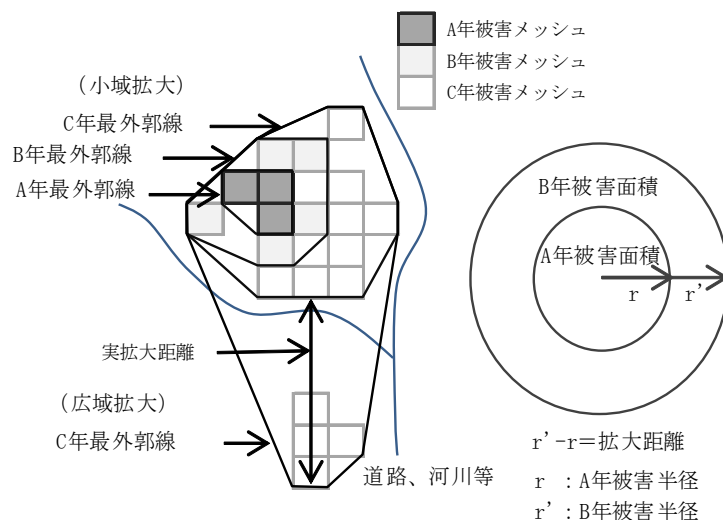
（3）被害発生地域と被害度の把握

森林被害統計による県内の剥皮被害は、被害報告のある市町村が地理的に離れており、独立した複数の地域で被害が発生している

可能性がある。このため、（1）により作成した1km被害メッシュ及び1km被害度メッシュレイヤーをGIS上で展開し、発生地域別の被害の広がりや被害度について考察した。

2 被害発生の拡大様式の把握

1 （3）により県内の剥皮被害は発生地点が5地域に分けられ、経年的に被害が拡大することが把握された（図－4）。また、この拡大は道路や河川、山



図－2 被害拡大のモデル図

塊等の地形的要因により分断されることが推察された。このため、1(1)により作成した250m被害メッシュを利用し、地域別に被害発生の特徴と拡大様式について考察した。

地域別の被害発生は、撮影年度毎に追加される被害メッシュの最外郭を囲み、撮影年度別の被害面積としてGIS上で把握した(図-2)。被害の拡大は徐々に面積を拡大する場合(以下、小域拡大とする)と、道路、河川等の地形的障害を越え被害地域全体を広域に拡大する(以下、広域拡大とする)場合に区分される。いずれの場合も、被害は初期発生箇所から同心円状に広がることから、撮影期毎に算出した被害面積を円と仮定して計算し、この半径を撮影期別の被害半径とした。そして、被害半径の撮影期別の差を地域別の拡大距離として計算した。実際の拡大距離は実拡大距離と考え、次期撮影期の被害が新たに離れたメッシュに発生する場合は、発生した250mメッシュまでの最大距離を実拡大距離として計測した。

III 結果及び考察

1 空中写真を利用した剥皮被害発生状況の把握

(1) 森林計画区別の被害発生状況の把握

撮影期別に確認された250m被害メッシュの発生状況を、単年度の被害発生として集計し計画区別に表-2に示す。単年度の被害発生メッシュ数及び赤枯点数は、利根下流が突出し赤枯密度も高い。被害メッシュの増加は、吾妻、西毛IIが増加を続ける一方、利根下流、西毛Iは減少に転じており、

表-2 撮影年度別被害メッシュ数(250m)及び赤枯点数

森林計画区名	森林事務所名	撮影年度															赤枯密度 (個/メッシュ)					
		1期					2期					3期						4期				
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
利根上流	利根沼田	ND					ND					928 (9,424)					302 (2,657)					9.8
利根下流	桐生、渋川	54 (334)					650 (4,328)					3274 (45,544)					2751 (20,554)					10.5
吾妻	吾妻	33 (138)					138 (1,169)					326 (2,313)					663 (6,494)					8.7
西毛I	藤岡、富岡	0 (0)					31 (147)					12 (55)					569 (3,397)					5.9
西毛II	西部	12 (35)					25 (99)					482 (3,260)					414 (2,677)					6.5

注) 1 NDは判別不能(モノクロ写真(1994)、撮影時期11月以降(1999))
2 裸書きは250mメッシュ数、括弧内は赤枯点数

地域による拡大傾向の差異が明確となった。図-3は表-1において年度間で重複する被害メッシュを除き、新たに発生した被害メッシュのみを累積して、面的な増加傾向を示している。初期の被害発生時の被害メッシュは少ないが、撮影年の経過に伴い拡大する傾向が確認され、特に利根下流では2000年から2005年の間に急激な増加を示している。利根上流は1期、2期の発生状況を把握できないが、3期(2004年)に928メッシュと急激な発生数を示すことから、1期(1994年)当時から被害が発生していたと推察される。

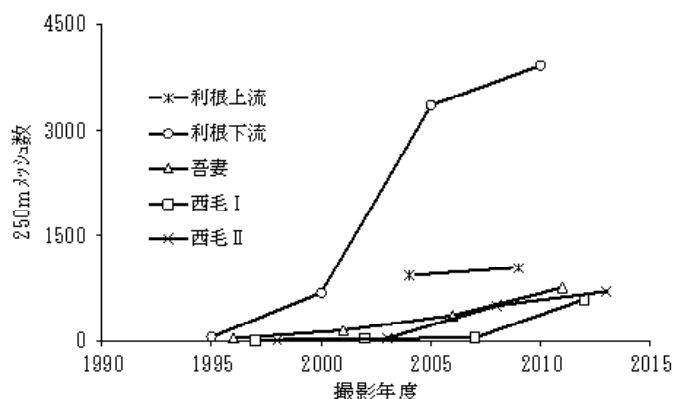


図-3 剥皮被害累積メッシュ図(250mメッシュ)

(2) 被害発生地域と被害度の把握

1 km被害メッシュによる県全体の被害発生推移を図-4に示す。被害発生は大きく5地域に分かれ、東部地域(桐生市～沼田市利根町周辺)、北部地域(沼田市発知町～みなかみ町水上周辺)、北西部地域(中之条町～高山村周辺)、西部地域(高崎市倉渕町～安中市松井田町周辺)、南西部地域(下仁田町～神流町周辺)に区分できる。第1期の撮影では、桐生市梅田町、みどり市黒保根町、中之条町四万、高崎市倉渕町で被害発生が確認できる。これらの被害メッシュ付近では1975年に聞き取り調査による被害報告があり(野崎ら, 1979)、古くから継続して被害が発生していたと推察される。

東部地域に隣接する栃木県日光地域(林野庁, 1958)、南西部地域に接する埼玉県秩父地域(林野庁, 1967)では、さらに古い年代から剥皮被害が発生しており、剥皮するツキノワグマの行動圏が、県境を越えた被害の地理的な連続性に深く関わっていると推察される。一方、北部、北西部、西部地域は隣接する新潟県、長野県との県境にスギ、ヒノキ人工林が連続せず、剥皮被害の発生は確認できない。

表-3及び図-5に1 km被害度メッシュによる県全体の被害度の分布状況を示す。被害が軽度の被害度1が一番多

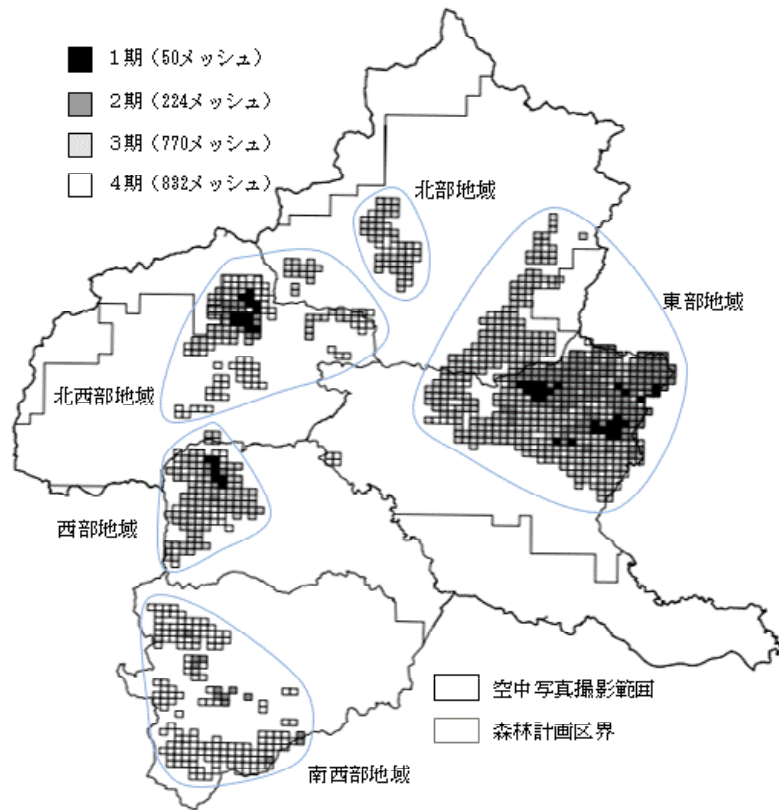


図-4 県内の剥皮被害発生状況 (1kmメッシュ)

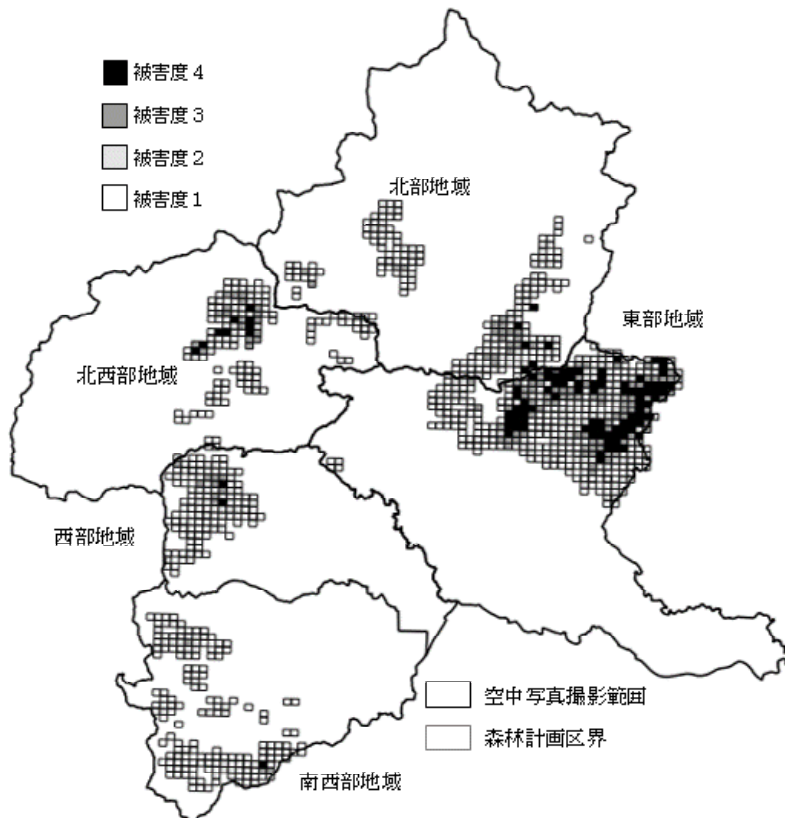


図-5 県内の剥皮被害度の状況 (1kmメッシュ)

く被害度4にかけてメッシュ数は減少する。被害度4の重度の被害度メッシュは、1期の被害発生メッシュ付近（図-4）に多く見られ、撮影期の経過により被害が累積するためと考えられる。また、被害度メッシュの分布は、被害度4を中心に周辺への拡大と共に被害度が低下する傾向が見られた。なお、利根上流においても被害度4が確認されるため、この付近で1期当時から被害が発生していた可能性がある。

表-3 被害度別メッシュ数

被害度	赤枯点数 (個/km ²)	メッシュ数
1	0～30未満	542
2	30～150未満	269
3	150～300未満	130
4	300～	103

2 被害発生拡大様式の把握

1により区分した5つの被害地域について、撮影期別の250mメッシュにより、被害発生拡大様式について考察した。

(1) 東部地域

撮影期別の被害拡大状況を図-6に示す。利根下流は渡良瀬川により地理的に分断され、1期撮影時（1995年）は渡瀬川左岸（旧桐生市側）、右岸（旧黒保根町側）で被害が発生している。被害はこれを中心に拡大し、3期（2005年）には桐生市、みどり市全域に拡大しており、4期（2010年）の新たな最外郭の拡大は見られない。当地域ではGPS首輪による剥皮グマの行動圏調査、及びヘアトラ

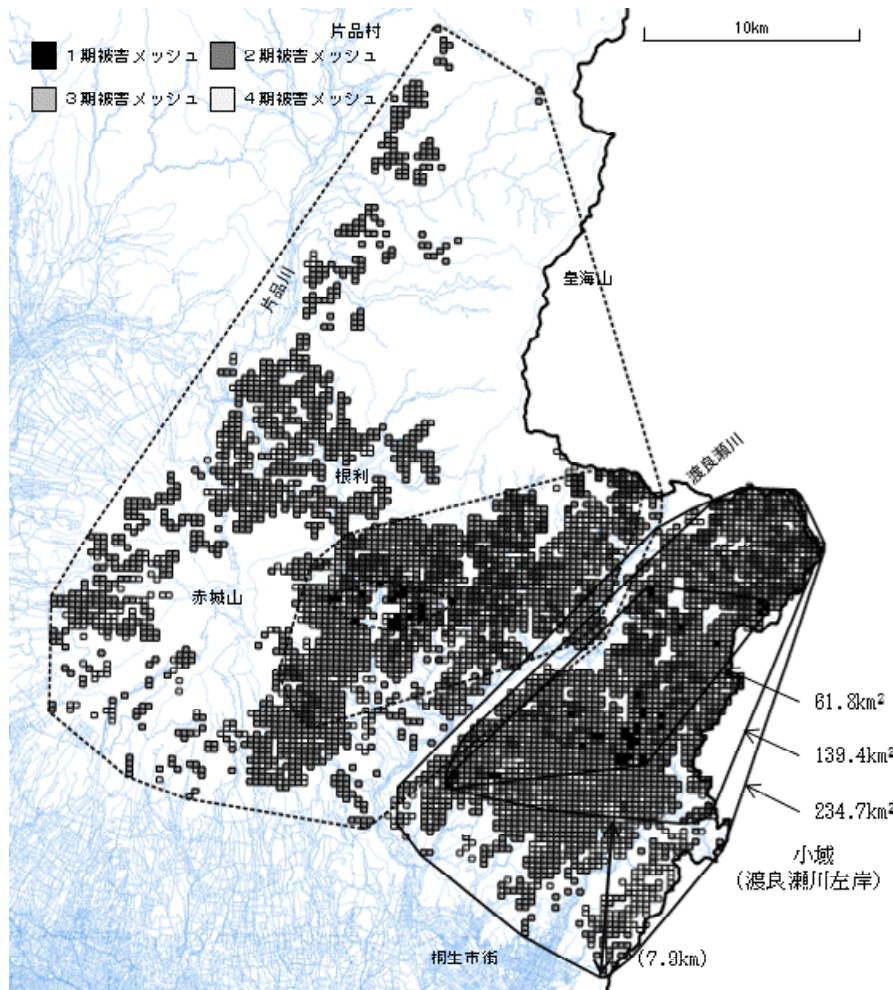


図-6 東部地域の拡大状況

ップを利用した遺伝子解析によるツキノワグマの生息密度調査を実施しており（片平, 2012）、この結果から、加害個体は剥皮被害の発生する4月から8月の間は、被害地域周辺を行動圏のコアゾーンとして利用すること、冬眠穴が付近にあり、次年度以降も同様に剥皮被害を発生させることが確認されている。また、渡良瀬川左岸で捕獲した個体は、剥皮被害が発生する8月までの間は左岸をコアゾーンとして利用していた。このため、1期当時に発生した被害は、加害個体の増加に伴う行動圏の拡大により、面的に広がったと推察される。

1期に渡瀬川左右岸で発生した位置を起点として、撮影期別に被害メッシュの最外郭を結ぶ面積を撮影期別の被害面積とすると、被害は発生箇所を中心に同心円状に面的に拡大している。左岸側は渡良瀬川が地理的な障害となり左岸山域内で小域拡大（61.8→139.4→234.7km²）している。一方、右岸側は1期発生地点を中心に小域拡大していると見られるが、利根上流まで地理的に連続し、前述のとおりに図中の根利付近で1期当時から被害が発生していた可能性がある。このため、右岸側は片品村まで広域拡大していると推定できるが（図-6 点線）、1、2撮影期の情報が不足するため評価はできない。

各撮影期の被害面積を円として仮定し、被害半径の差から拡大距離を計算すると（図-1）、同地域は小域拡大となり2.1（km/5年）の平均拡大速度で被害が広がっていた（表-4）。

（2）北部地域

北部地域は利根川の左岸に位置し、被害の拡大は見られないが、被害面積内は継続して被害が発生している（図-7）。北部地域は利根上流計画区に含まれるため2期（1999年）以前の評価は困難であるが、拡大の状況から3期（2004年）

より前の被害発生は少ないと推察される。当地域は果樹栽培が盛んなこと等から例年農作物被害が発生し、有害捕獲数も多い地域である。剥皮被害は大戸屋山山域で発生しており、比較的人家に近い位置で剥皮被害が継続して発生している。

（3）北西部地域

北西部地域は1期（1996年）に四万川右岸の高田山山域で発生し、被害は同心円状に拡大している（図-8）。3期（2006年）までは発生の中心から沢渡川左岸沿いを、暮坂峠に掛けて面的に広がっており、

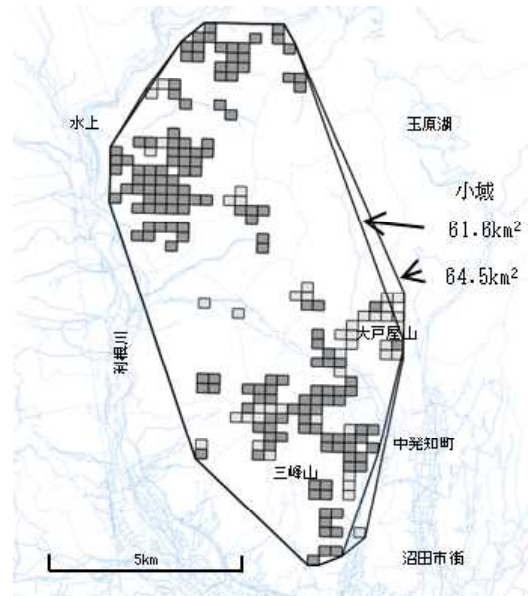


図-7 北部地域の拡大状況

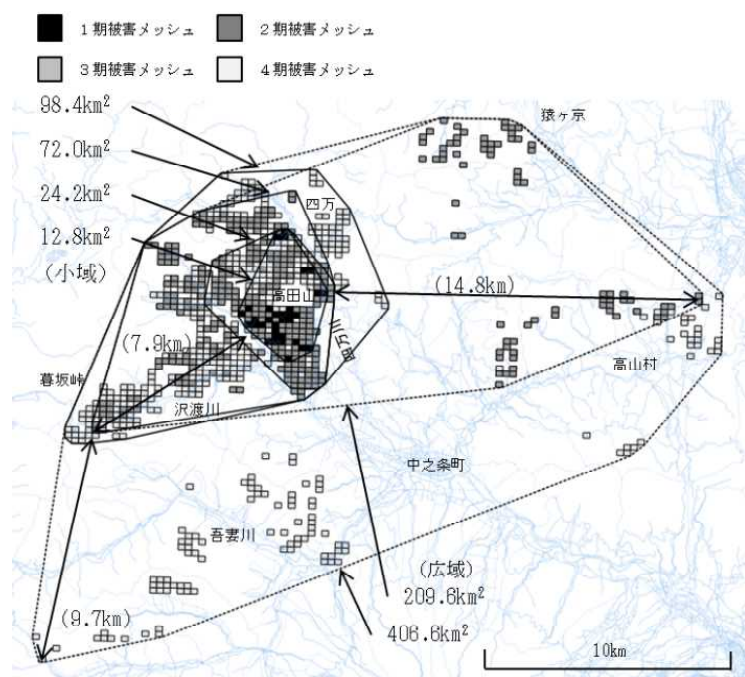


図-8 北西部地域の拡大状況

四万川左岸への拡大は見られず、河川による地形的制限を受けていたと推察される（小域拡大：12.8→24.2→72.0km²）。3期（2006年）以降は広域に被害が拡大し、4期には吾妻川を越えて、西部地域の外郭部と接する位置まで進んでおり、今後は西部地域と被害が結合すると考えられる。なお、同地域より西の植栽木はカラマツが中心となるため、空中写真による被害拡大の把握は困難となる。

（3）西部地域

当地域も東部、北西部地域と同様に、1期の初期発生地を中心に同心円状に被害が拡大している（図-9）。県境を接する長野県軽井沢町では剥皮被害の報告はない。県境付近の人工林はカラマツが多く、広葉樹林により連続性は分断されており、剥皮被害の進展が遅いと推察される。1期の被害は烏川右岸の山域で発生し、左岸側の榛名山系に被害は見られないが、左岸側はスギ、ヒノキ人工林が多いため、拡散した場合は被害が増加する恐れがある。

（4）南西部地域

南西部地域は南に接する秩父地域で古くから被害があり、1期の被害は空中写真で確認できないが、被害発生は県境付近から拡大していると考えられる（図-10）。被害は2期（2002年）に3箇所が発生し、河川により分断された東西に延びる山塊内で拡大している。特に4期（2012年）に被害メッシュ数が急激に増加しており、今後は地域全体に被害が拡大する恐れがある。

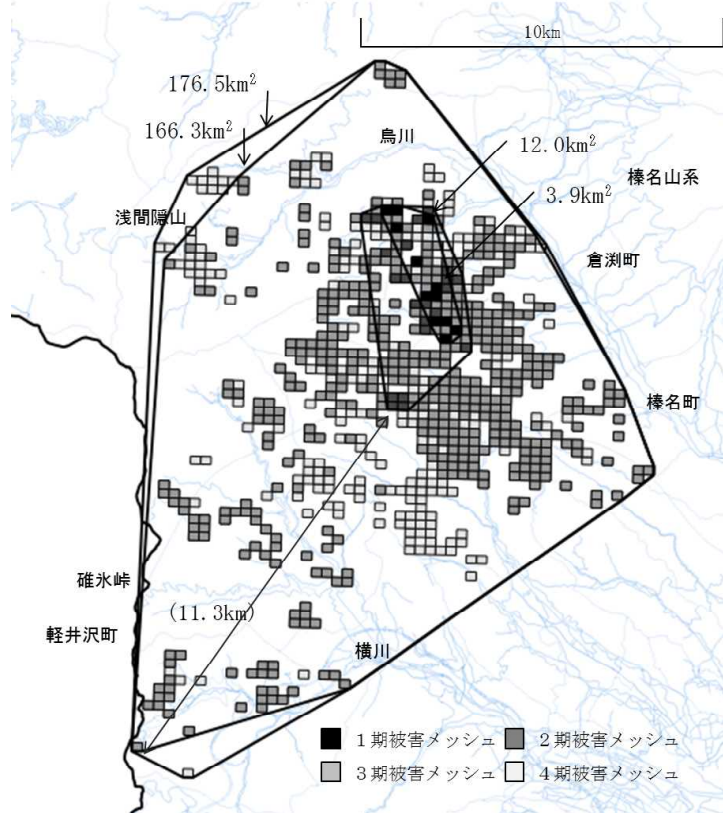


図-9 西部地域の拡大状況

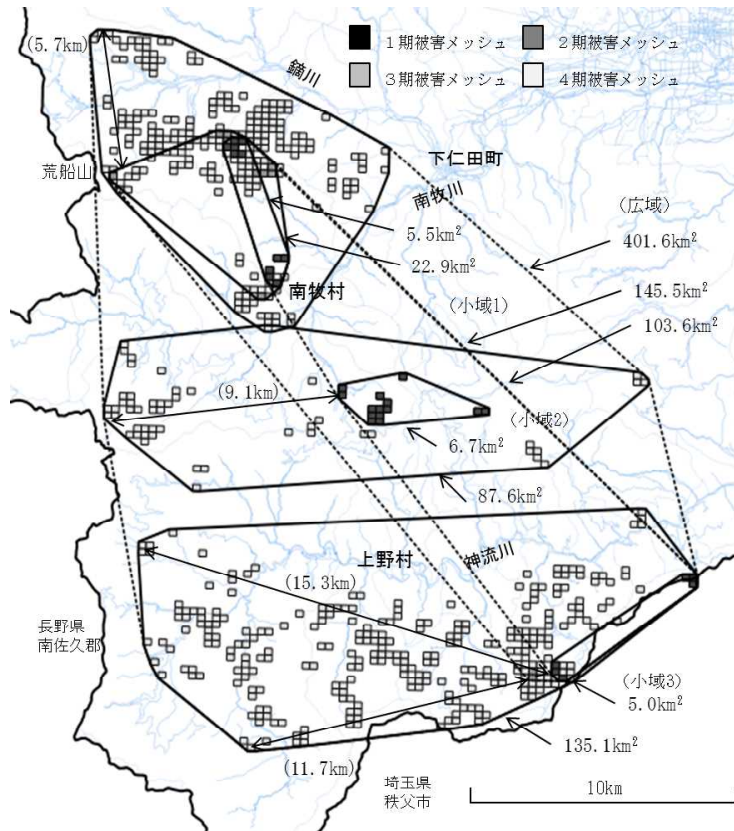


図-10 南西部地域の拡大状況

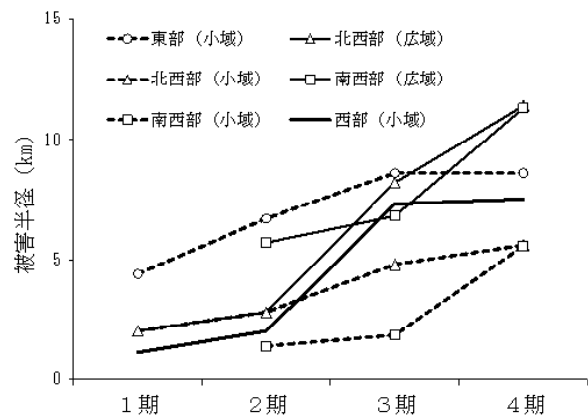
(5) 各地域の被害拡大速度

被害の拡大は初期被害箇所から同心円状に拡大する様子が各地域で確認され、その拡大速度は地域により異なる。表－4は各地域の広域及び小域の拡大距離を示している。なお、東部地域の右岸の拡大

表－4 各地域の被害拡大状況

地域	拡大区分	項目	1期	2期	3期	4期	平均	実拡大距離
東部	小域 (渡良瀬川左岸)	被害面積 (km ²)	61.8	139.4	234.7	-	145.3	
		被害半径 (km)	4.4	6.7	8.6	-	6.6	
		拡大距離 (km)	-	2.3	1.9	-	2.1	7.9
北西部	小域	被害面積 (km ²)	12.8	24.2	72.0	98.4	51.9	
		被害半径 (km)	2.0	2.8	4.8	5.6	3.8	
		拡大距離 (km)	-	0.8	2.0	0.8	1.2	7.9
	広域	被害面積 (km ²)	12.8	24.2	209.6	406.6	163.3	
		被害半径 (km)	2.0	2.8	8.2	11.4	6.1	
		拡大距離 (km)	-	0.8	5.4	3.2	3.1	9.7
西部	小域	被害面積 (km ²)	3.9	12.0	166.3	176.5	89.7	
		被害半径 (km)	1.1	2.0	7.3	7.5	4.5	
		拡大距離 (km)	-	0.9	5.3	0.2	2.1	11.3
南西部	小域 1	被害面積 (km ²)	-	5.5	22.9	73.3	33.9	
		被害半径 (km)	-	1.3	2.7	4.8	2.9	
		拡大距離 (km)	-	-	1.4	2.1	1.8	5.7
	小域 2	被害面積 (km ²)	-	6.7	-	87.6	47.2	
		被害半径 (km)	-	1.5	-	5.3	3.4	※10年の拡大距離
		拡大距離 (km)	-	-	-	1.9	1.9	9.1
	小域 3	被害面積 (km ²)	-	5	-	135.1	70.1	
		被害半径 (km)	-	1.3	-	6.6	4	※10年の拡大距離
		拡大距離 (km)	-	-	-	2.7	2.7	15.3
広域	被害面積 (km ²)	-	103.6	145.5	401.6	216.9		
	被害半径 (km)	-	5.7	6.8	11.3	7.9		
	拡大距離 (km)	-	-	1.1	4.5	2.8	11.7	
全域	平均拡大速度	小域	1.6 km/5年		300 m/年			
		広域	3.0 km/5年		600 m/年			
	平均実拡大速度	小域	7.5 km/5年		1.5 km/年			
		広域	10.7 km/5年		2.1 km/年			

大状況については評価から除外している。平均は各項目の平均値を記載しており、拡大距離の平均が全撮影期間の平均拡大距離を示している。拡大様式を広域拡大、小域拡大とした場合、全体の平均拡大速度は、小域で300 m/年 (240~540m)、広域で600m/年 (560 m~620m) であった。被害発生は初期の段階では、徐々に小域拡大するが、地域によっては被害箇所が分散し広域拡大に転じることが確認された。被害メッシュの平均実拡大速度は小域で1.5km/年、広域で2.1km/年となり、この距離範囲内では単年度に新たな被害が発生



図－11 被害半径の増加推移

する可能性がある。各拡大区分の被害半径の増加推移を図－11に示す。東部と西部の4期における拡大の停滞が確認できるが、北西部と南西部は増加傾向にあり、今後の被害拡大が懸念される。

IV まとめ

調査の結果、県内で発生する剥皮被害の地域的な発生状況や、被害の拡大様式について把握することができた。既報（片平，2012）にあるとおり、利根下流計画区内（桐生市、みどり市）で調査した結果では、剥皮グマは被害発生時期の間は、主に被害地域内をコア区域として活動し、冬眠穴を被害地周辺に持つため、翌年以降も剥皮被害を繰り返し発生させていることが確認されている。このため、これ以外の時期（8月～11月）に被害林分を行動圏として利用又は通過する個体がいっても、被害発生には影響しないと考えられる。県内他地域で生息するツキノワグマにおいても、被害発生のメカニズムは同様と考えられ、被害地周辺の人工林を被害時期にコア区域とするツキノワグマにより、小域の被害が徐々に同心円状に拡大し、河川や国道など地形的制限により留まっていた被害が、加害個体の分散や行動圏の拡大により広域拡大すると考えられる。そして、生息するツキノワグマの生息密度や剥皮グマの比率が、各地域の被害拡大速度の違いとして現れていると推察される。

引用文献

- 片平篤行：空中写真を利用したツキノワグマによる人工林剥皮被害発生状況の把握：群馬県林試研報、17、37-45、(2012)
- 片平篤行：ツキノワグマによる人工林剥皮被害の空中写真と林内被害状況の関係：関東森林研究64（1）、97-100、(2013)
- 片平篤行：ツキノワグマによる森林剥皮行動の研究：平成24年度群馬林試業報、12-15、(2012)
- 林野庁：昭和31年度森林有害動植物被害調査報告、191、(1958)
- 林野庁：昭和40年度森林病虫害等被害報告、36、(1967)
- 野崎英吉・古林賢恒・丸山直樹・常田邦彦・遠竹行俊：関東地方におけるツキノワグマの分布：哺乳動物学雑誌、8(1)、14-32、(1979)
- 渡辺弘之・小宮山 章：ツキノワグマの保護と森林への被害防除（Ⅱ）：京大演報48、1-8、(1976)
- 八神徳彦：クマ剥ぎによる立ち枯れ木の発生状況と地域差：石川県林試研報第32、26-29、(2001)