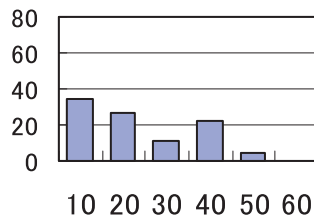
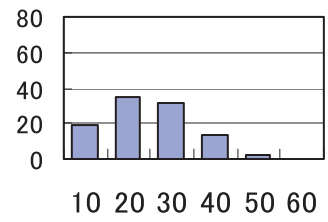


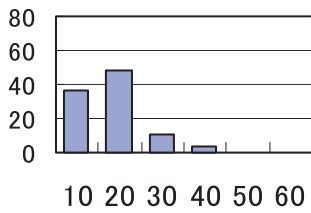
Plot 1 本流(上～中流域)



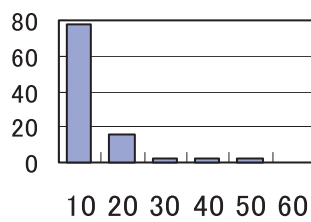
Plot 2 本流(上～中流域)



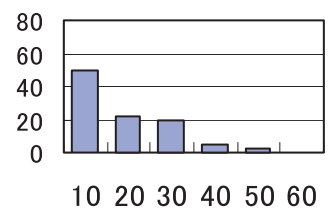
Plot 3 本流(中～下流域)



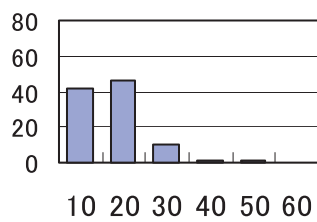
Plot 4 本流(中～下流域)



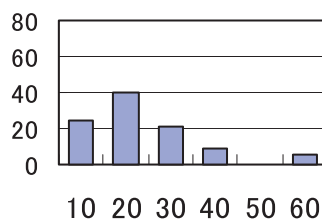
Plot 5 里平川流域



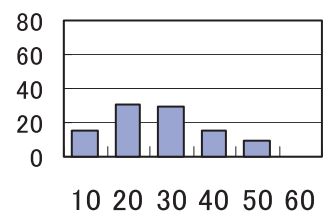
Plot 6 里平川流域



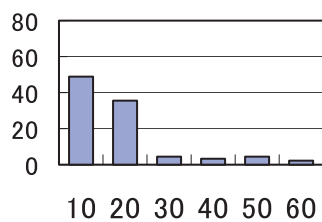
Plot 7 里平川流域



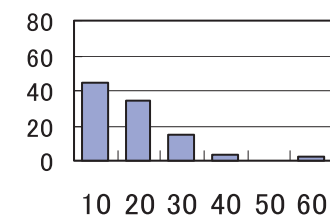
Plot 8 比宇川流域



Plot 9 比宇川流域



Plot 10 元神部川流域



Plot 11 元神部川流域

図-4 調査プロットにおける径級別の本数割合  
各プロットとも横軸は胸高直径階 (cm)、縦軸は相対頻度 (%) である

## (2) 山腹崩壊の面積と被害材積

### ア 解析範囲

災害発生後の空中写真等の撮影範囲が限られているため、流域内の森林の82%について空中写真による解析ができた(図-5、表-4)。この所管別内訳は、国有林が77%、民有林が93%であった。流域区分別には厚別川本流と里平川では森林のすべてを解析できたが、比字川、元神部川では4~5割の解析にとどまった。

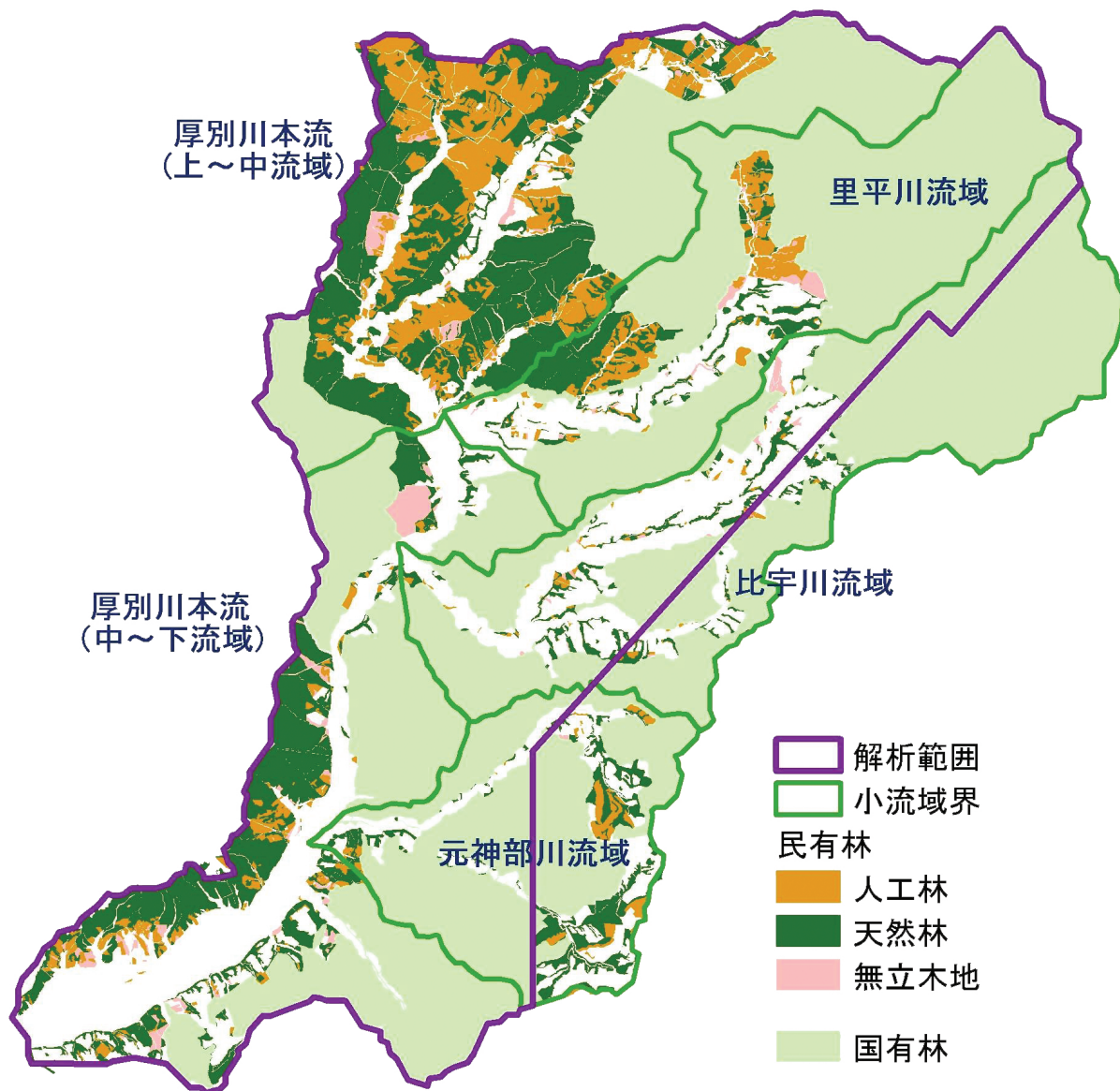


図-5 山腹崩壊の解析範囲

表－４ 山腹崩壊の解析範囲

流域区分	森林面積 (ha)	国有林 (ha)	民有林 (ha)	解析した森林割合 (%)		
				計	国有林	民有林
厚別川 本流 (上～中流域)	(6, 018) 6, 018	(2, 347) 2, 347	(3, 671) 3, 671	100	100	100
厚別川 本流 (中～下流域)	(4, 515) 4, 515	(2, 866) 2, 866	(1, 649) 1, 649	100	100	100
里平川流域	(4, 703) 4, 703	(3, 914) 3, 914	(789) 789	100	100	100
比宇川流域	(2, 027) 4, 913	(1, 790) 4, 598	(238) 315	41	39	76
元神部川流域	(1, 489) 2, 853	(1, 423) 2, 394	(66) 459	52	59	14
合 計	(18, 752) 23, 002	(12, 340) 16, 119	(6, 413) 6, 883	82	77	93

注.( ) 内の数値は、解析した森林面積で内数

#### イ 崩壊地面積

被害前後の崩壊地の分布を図－６に示した。また、被害前の崩壊地面積を表－５、被害後のそれを表－６に示した。被害前には合計約68haの崩壊地があり、その約9割が国有林に存在した(表－５)。流域区分別には、厚別川本流の中～下流域と里平川流域に崩壊地が多かった。被害後、崩壊地は402haに増加した(表－６)。流域区分別には、里平川流域と厚別川本流の上～中流域に崩壊地が多かった。

被害前後の崩壊地面積を差し引いた、今回の台風10号によって発生した崩壊地面積(表－７)は334ha、内訳は国有林243ha、民有林91haであった。流域区分別には里平川流域で142haと最も多く、次いで厚別川本流の上～中流域で多かった。

解析森林面積に占める崩壊地の発生割合(崩壊面積率)は、1.7%(国有林1.8%、民有林1.4%)であった。図－７に流域区分別・所管区分別の崩壊面積率を示した。里平川流域の崩壊面積率が国有林、民有林ともに最も高かった。また、厚別川本流は上～中流域、中～下流域の両者とも国有林の崩壊面積率が民有林のその約2倍高かった。一方、比宇川流域と元神部川流域では、国有林と民有林の崩壊面積率の差は小さかった。

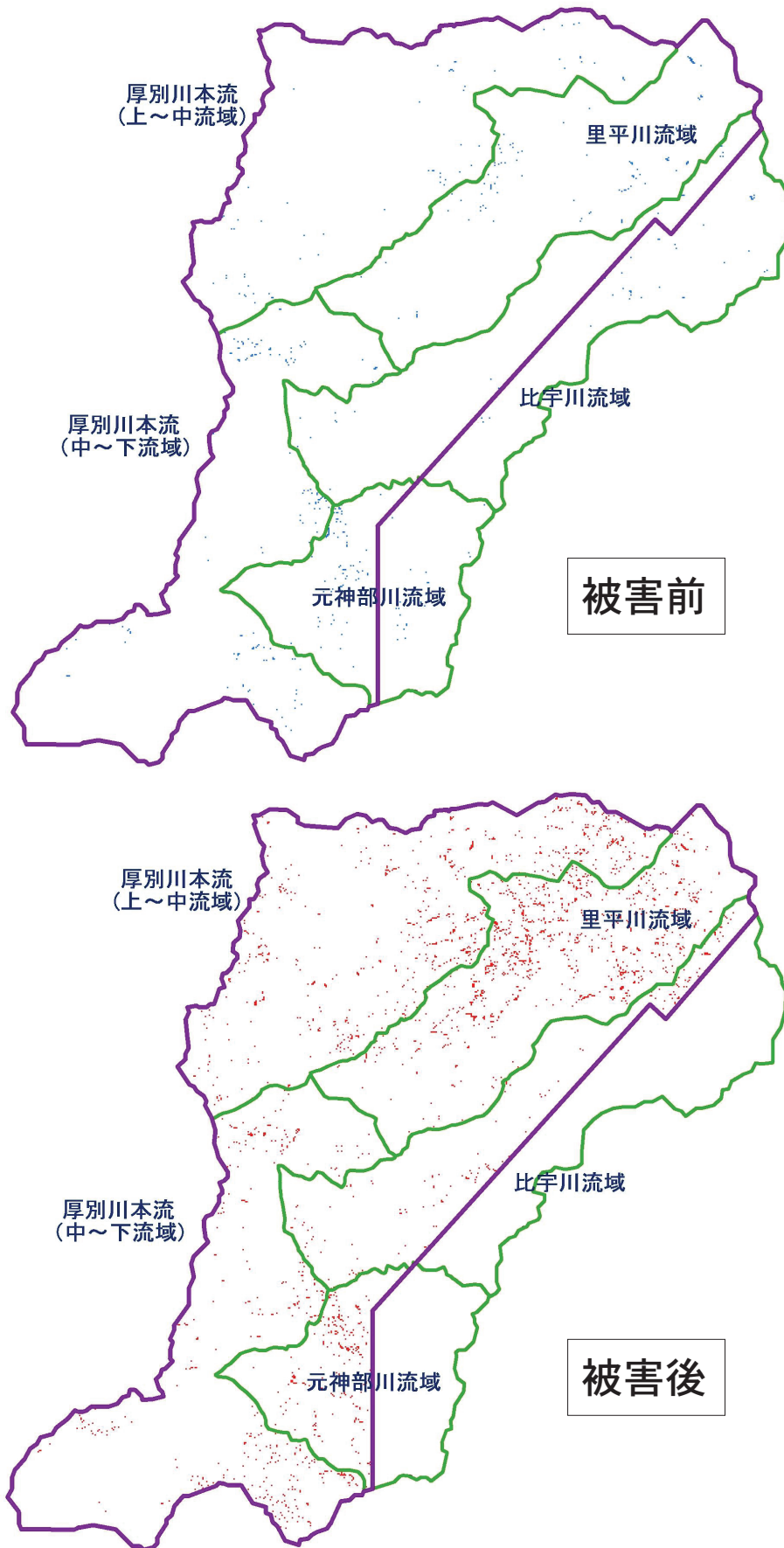


図-6 被害前後の崩壊地の分布

表－5 被害前の崩壊地面積(A)

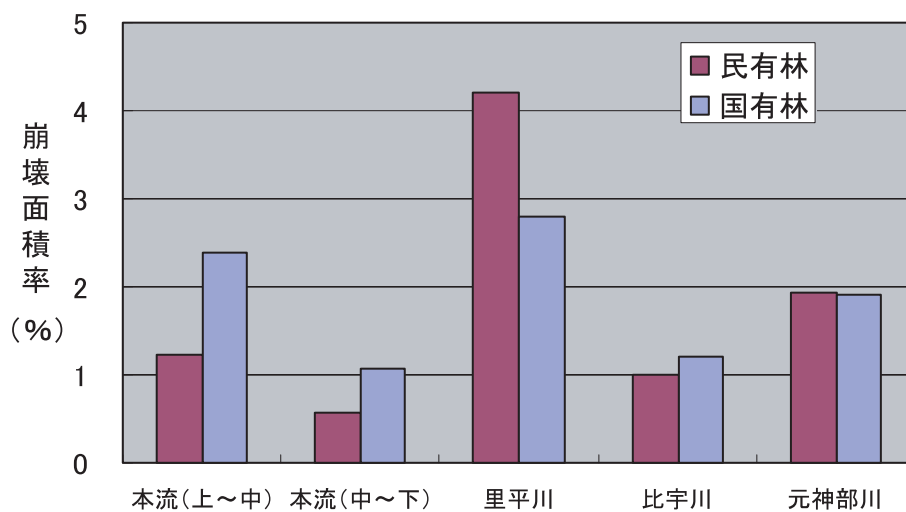
流域区分	合計面積 (ha)	国有林崩壊地 (ha)	民有林崩壊地 (ha)
厚別川本流（上～中流域）	11.4	8.4	3.0
厚別川本流（中～下流域）	23.9	18.9	5.0
里平川流域	16.1	15.8	0.3
比宇川流域	4.1	4.1	0.0
元神部川流域	12.7	12.7	0.0
合計	68.2	59.9	8.3

表－6 被害後の崩壊地面積(B)

流域区分	合計面積 (ha)	国有林崩壊地 (ha)	民有林崩壊地 (ha)
厚別川本流（上～中流域）	112.4	64.6	47.8
厚別川本流（中～下流域）	63.9	49.6	14.3
里平川流域	158.5	125.0	33.5
比宇川流域	27.9	25.6	2.3
元神部川流域	39.1	37.9	1.3
合計	401.8	302.8	99.1

表－7 台風10号によって発生した崩壊地面積(B-A)

流域区分	合計面積 (ha)	国有林崩壊地 (ha)	民有林崩壊地 (ha)
厚別川本流（上～中流域）	101.0	56.2	44.8
厚別川本流（中～下流域）	40.1	30.8	9.3
里平川流域	142.4	109.2	33.2
比宇川流域	23.8	21.5	2.3
元神部川流域	26.4	25.1	1.2
合計	333.6	242.8	90.8

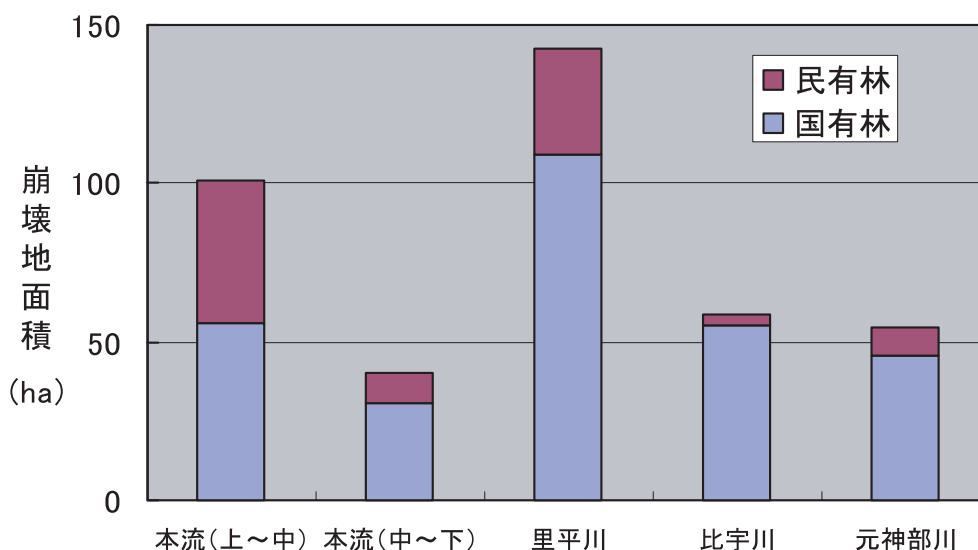


図－7 流域区分別・所管区分別の崩壊面積率

また、4～5割の解析にとどまった比宇川、元神部川について、未解析範囲の国有林、民有林の崩壊面積率が解析範囲のそれと同じであると仮定して両流域の崩壊地面積を算出することにより、厚別川流域全体の崩壊地面積を推定した（表－8、図－8）。この結果、流域全体の崩壊地面積は約400haであり、内訳は国有林約300ha（75%）、民有林約100ha（25%）であった。流域区分別では、里平川流域と厚別川本流の上～中流域で崩壊地が多く、他の3流域の2～3倍であった。

表－8 台風10号によって発生した崩壊地面積(全流域推定)

流域区分	合計面積 (ha)	国有林崩壊地 (ha)	民有林崩壊地 (ha)
厚別川本流（上～中流域）	101.0	56.2	44.8
厚別川本流（中～下流域）	40.1	30.8	9.3
里平川流域	142.4	109.2	33.2
比宇川流域	58.7	55.5	3.1
元神部川流域	54.7	48.8	8.8
合計	396.8	297.5	99.3



図－8 流域区分別・所管区分別の山腹崩壊による森林被害面積

#### ウ 被害材積

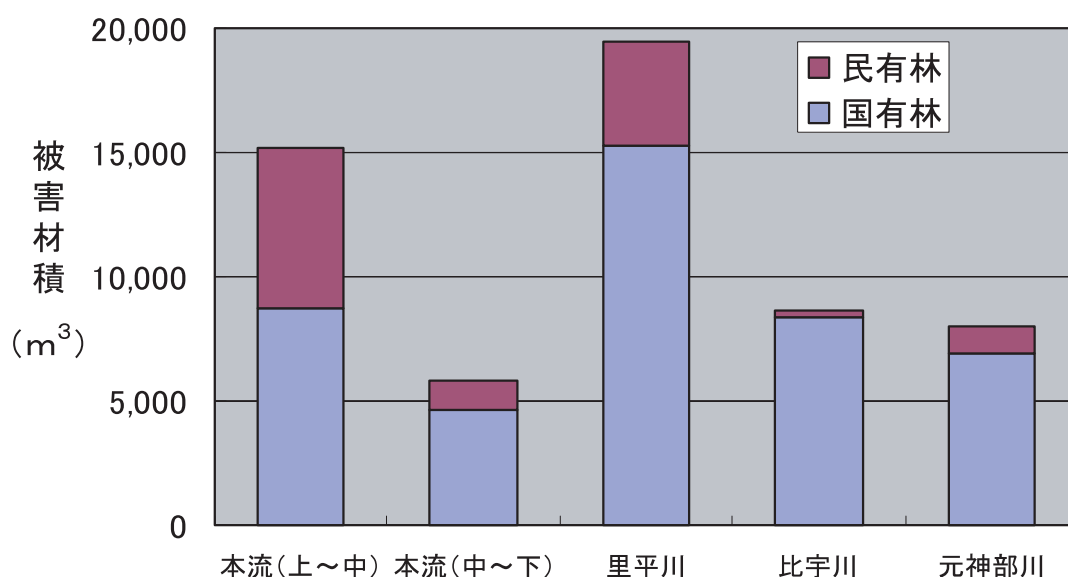
推定被害材積は5万7千 $m^3$ で、そのうち国有林は4万4千 $m^3$ 、民有林は1万3千 $m^3$ であった（表－9）。

流域区分別の被害材積は民有林では厚別川本流の上～中流域で、国有林では里平川で最も多かった（表－9、図－9）。流域区分毎の平均蓄積がほぼ等しいため、崩壊地面積（表－8、図－8）と同様の傾向となった。

厚別川流域の上流域となる厚別川本流の上～中流域と里平川の被害材積を併せると3万5千 $m^3$ で流域全体の61%を占めている。

表－9 山腹崩壊による被害材積

流域区分	被害材積 (m <sup>3</sup> )	国有林材積 (m <sup>3</sup> )	国有林平均材積 (m <sup>3</sup> /ha)	民有林材積 (m <sup>3</sup> )	民有林平均材積 (m <sup>3</sup> /ha)
厚別川本流(上～中流域)	15,201.7	8,698.2	154.8	6,503.5	145.2
厚別川本流(中～下流域)	5,803.5	4,647.8	151.1	1,155.7	124.0
里平川	19,445.3	15,309.8	140.2	4,135.5	124.6
比宇川	8,671.5	8,357.2	150.5	314.3	100.7
元神部川	7,977.4	6,892.2	150.4	1,085.2	122.7
合計	57,099.4	43,905.3	-	13,194.1	-



図－9 流域区分別・所管区分別の山腹崩壊による被害材積

### (3) 河畔林の被害面積と流出材積

#### ア 河畔林の被害面積

河畔域にある針葉樹人工林を除外した河畔林の被害状況を表－10に示す。解析対象範囲内に被害前に成立していた河畔林は、合計で216.35haであった。被害後には、全体の31.8ha(15%)が消失し、66.2ha(31%)が倒伏した。

流域区分ごとにみると、河畔林の消失面積は本流の上～中流域で14.0haと最も大きく、河畔林面積に占める消失林の割合もこの流域区分で31%と最大になった(図－10)。倒伏面積については、本流の中～下流域で41.2haと最も大きく、この流域区分内の河畔林の39%に達した。そのほかの流域区分では、倒伏林面積の比率はおおむね20～30%であった。

なお、被害面積に占める針葉樹人工林の被害面積を抽出した結果、消失面積と倒伏面積の合計は本流の上～中流域で2ha、中～下流域で0.3haであり、被害の比較的多かった上～中流域でも被害面積に占める人工林割合は10%以下とごく僅かであった。

表-10 被害形態別の河畔林面積

流域区分	消失 (ha)	倒伏 (ha)	残存 (ha)	合計 (ha)
厚別川本流（上～中流域）	14.0(31)	8.5(19)	22.5(50)	45.0(100)
厚別川本流（中～下流域）	11.2(11)	41.2(39)	53.4(50)	105.8(100)
里平川	3.7(11)	9.5(29)	19.9(60)	33.1(100)
比宇川	2.0(10)	4.6(23)	13.2(67)	19.8(100)
元神部川	0.9(7)	2.4(19)	9.3(74)	12.6(100)
合計	31.8(15)	66.2(31)	118.2(55)	216.3(100)

注. ( ) 内の数字は各流域内での比率を示す

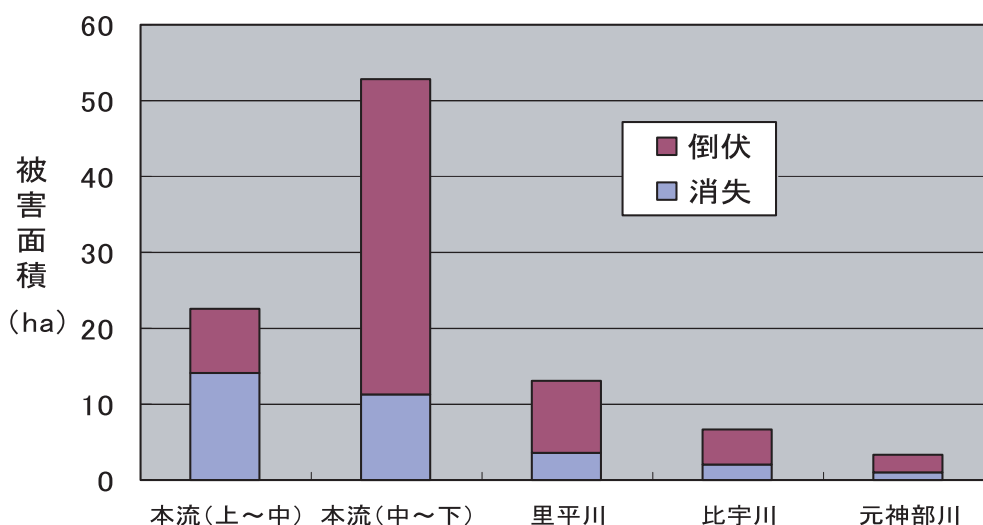


図-10 流域区分別の河畔林の被害面積

今回の解析対象範囲の大部分は、河畔域に氾濫原が比較的広く存在し、牧草地などの土地利用が行われている高水敷を河川が蛇行する地形となっている。河畔林が消失した部分の地形的特徴を見ると、河川屈曲部外側のいわゆる攻撃斜面側が削られた溪岸崩壊は少なく、蛇行する流路において水量が大幅に増加したため流路がショートカットされ、その中央部が流出したパターンが消失面積の大部分を占めている。このような流路のショートカットにより冠水被害を受けた高水敷の多くは牧草地によって占められ、河畔林の面積は相対的に少なかった。

#### イ 河畔林からの流出材積の推定

##### (ア) 河畔林の林分蓄積と樹種構成

河畔林の林分蓄積と樹種構成を表-11に示す。

林分調査を行った点数が最も多い本流の中～下流域の河畔林は、いずれも樹高10～15mのヤナギが優占する林で、河道沿いの氾濫原に成立した比較的若齢の林である。いずれの林分でもヤナギの優占度は80%を超えており、ケヤマハンノキが混交する場合が多い。

本流の上～中流域でも、三和（図-1参照）付近より下流の広い氾濫原をもつ区間には、同様のヤナギを主体とする河畔林が成立している（No. 12）。これより上流域で山腹斜面が



河道に近接する場所では、ヤナギに替わってハルニレ、カツラ、ヤチダモを主とする高齡の河畔林が出現するようになる (No. 6)。このような林分の蓄積は、下流域のヤナギ主体の林分に比べるとかなり大きく、300 m<sup>3</sup>/haに達する林分も分布する。しかし、これらの高齡の河畔林は河道より比高の高い安定した立地に存在しており、今回の被害においても多くは流出せずに、逆に流木を捕捉する効果を発揮している様子が観察された。

支流域においても、今回解析した範囲の河畔林はヤナギが主体の若齡林がほとんどである。里平川中流部には山地性の広葉樹が混交する河畔林がみられたが (No. 11)、ここでもヤナギの優占度は80%を超えていた。

以上の調査結果から、今回の豪雨災害によって消失や倒伏の被害を受けた河畔林の大部分は、ヤナギとケヤマハンノキからなる樹高10~15mの若齡の林分とみなすことができる。上記のハルニレ、カツラ、ヤチダモを主とする高齡の河畔林 (No. 6) を除いたヤナギ主体の河畔林11林分の平均蓄積は142±66 m<sup>3</sup>/haであった。

表-11 厚別川流域における河畔林の蓄積と樹種構成

	流域区分												
	本流 (中~下流域)								本流 (上~中流域)		里平川		
調査地No.	1	8	2	7	3	4	5	9	12	6	10	11	
最大樹高 (m)	14	9	15	15	16	15	14	14	14	25	15	15	
林分蓄積 (m <sup>3</sup> /ha)	159	46	164	195	103	139	83	198	105	339	279	89	
立木本数 (本/ha)	1,451	1,850	1,350	1,851	1,000	1,567	1,500	1,700	938	1,575	1,450	1,167	
樹種構成 (材積%)	ヤナギ	99	86	100	83	85	88	87	99	60	0	79	81
	ケヤマハンノキ		13		17	15	12	13			0	22	
	ハルニレ	1							0	1	47		
	カツラ										14		5
	ヤチダモ										20		
	クロビイタヤ									37	3		
	ヤマグワ	1									0		3
	イタヤカエデ										8		
	キハダ										4		
	ハシドイ										4		1
	シラカンバ		1										
	ニガキ										0		
	コナラ								0				
	アカシデ												2
	アサダ												1
	イヌエンジュ												0
	エゾヤマザクラ												2
	サワシバ												1
	ミズキ												0
	ミズナラ												4
ヤマモミジ												1	

(イ) 倒伏林の被害形態

倒伏の被害を受けた3カ所の河畔林 (No. 5、No. 7、No. 8) で被害形態を調べたところ、No. 5とNo. 7では、すべての立木が下流側に湾曲したり倒伏していたが、幹が折れたものはみられなかった。一方、No. 8の調査地では、全体の61%の立木が高さ2~3mで折損して

いた。このような折損を伴う倒伏の被害は、No.8の他にブケマ橋（図－1 参照）上流右岸などでも見られた。幹の折損を伴う倒伏林の場合には、林分蓄積のかなりの部分が流木として流出したと考えられる。

#### （ウ）流出材積の推定

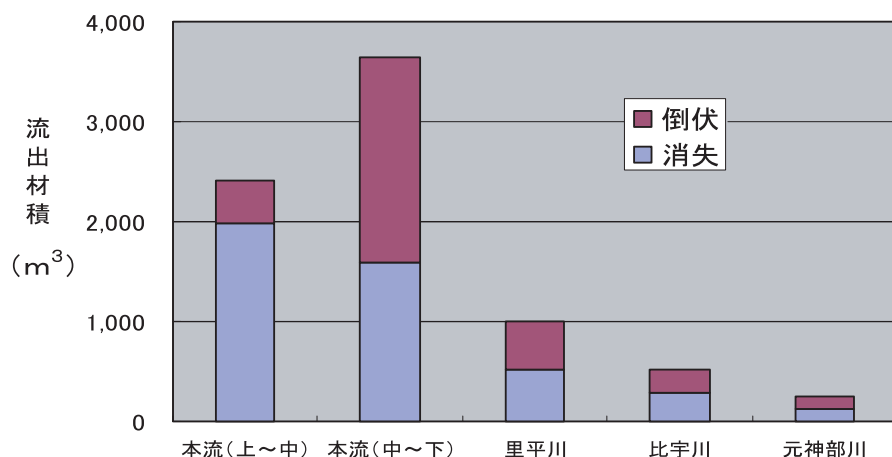
河畔林の被害面積（表－10）のうち、消失林面積の100%、倒伏林面積の50%（A）が流木の流出源となったとみなした。さらに、流出源となった倒伏林の林分蓄積の70%（B）が幹の折損等によって流出したと仮定した。すなわち、河畔林からの流木の流出材積（表－12）は次の式によって推定した。

$$\text{流出材積} = (\text{河畔林の消失面積} \times 142\text{m}^3) + (\text{河畔林の倒伏面積} \times A \times B \times 142\text{m}^3)$$

流出材積は、厚別川本流の中～下流域で最も多く、図－10の被害面積と同じ傾向を示した（図－11）。

表－12 河畔林からの流木の推定流出材積

流域区分	流出材積 (m <sup>3</sup> )	消失林面積 (ha)	倒伏林面積 (ha)
厚別川本流（上～中流域）	2,410	14.0	8.5
厚別川本流（中～下流域）	3,637	11.2	41.2
里平川流域	1,005	3.7	9.5
比宇川流域	515	2.0	4.6
元神部川流域	246	0.9	2.4
合計	7,814	31.8	66.2



図－11 流域区分別・被害形態別の河畔林からの流出材積

これとは別に、河畔に位置する針葉樹人工林の被害面積と、GISから得られた森林調査簿上の林分蓄積から、針葉樹人工林からの流出材積を求めた。消失林および倒伏林からの流木の流出率については、河畔林と同様の仮定をおいた。すなわち、針葉樹人工林からの流木の流出材積は次の式によって推定した。

$$\text{流出材積} = \Sigma (\text{各林分の消失面積} \times \text{林分蓄積}) + \Sigma (\text{同倒伏面積} \times A \times B \times \text{林分蓄積})$$

河畔に位置する針葉樹人工林からの流出材積は、厚別川本流の上～中流域で129m<sup>3</sup>、厚別川本流の中～下流域で28m<sup>3</sup>であった。

#### (4) 流木の堆積量と組成

厚別川沿いに堆積している流木の量は、5つの流域区分の合計で46,260m<sup>3</sup>であった(表-13)。堆積量は、里平川、本流の上～中流域で多く、元神部川で少なかった(図-12)。

表-13 流木の堆積量と内訳(単位はm<sup>3</sup>)

流域区分	流木堆積量	内訳			
		発生場所		針広区分	
		山腹	河畔林	針葉樹	広葉樹
厚別川本流(上～中流域)	13,707	10,074.6(73.5)	3,632.4(26.5)	2,741.4(20.0)	10,965.6(80.0)
厚別川本流(中～下流域)	8,118*	6,072.3(74.8)	2,045.7(25.2)	1,688.5(20.8)	6,429.5(79.2)
里平川	15,932	13,319.2(83.6)	2,612.8(16.4)	1,210.8(7.6)	14,721.2(92.4)
比宇川	5,821	3,638.1(62.5)	2,182.9(37.5)	727.6(12.5)	5,093.4(87.5)
元神部川	2,682	1,931.0(72.0)	751.0(28.0)	324.5(12.1)	2,357.5(87.9)
合計	46,260	35,035.2(75.7)	11,224.8(23.6)	6,692.9(14.5)	39,567.1(85.5)

流域区分	内訳					
	新旧区分		径級区分			
	新	旧	<10cm	10-30cm	30-50cm	50cm<
厚別川本流(上～中流域)	10,074.6(73.5)	3,632.4(26.5)	383.8(2.8)	8,841.0(64.5)	4,372.5(31.9)	109.7(0.8)
厚別川本流(中～下流域)	4,294.4(52.9)	3,823.6(47.1)	1,112.2(13.7)	4,943.9(60.9)	2,005.1(24.7)	56.8(0.7)
里平川	12,920.9(81.1)	3,011.1(18.9)	3,202.3(20.1)	8,874.1(55.7)	2,979.3(18.7)	876.3(5.5)
比宇川	4,511.3(77.5)	1,309.7(22.5)	558.8(9.6)	2,613.6(44.9)	2,520.5(43.3)	128.1(2.2)
元神部川	2,180.5(81.3)	501.5(18.7)	214.6(8.0)	1,306.1(48.7)	1,051.3(39.2)	110.0(4.1)
合計	33,981.7(73.5)	12,278.3(26.5)	5,471.7(11.8)	26,578.8(57.5)	12,928.8(27.9)	1,280.8(2.8)

( ) 内の数字は%、\*を付した数字には別途、施設材285m<sup>3</sup>が加わる。

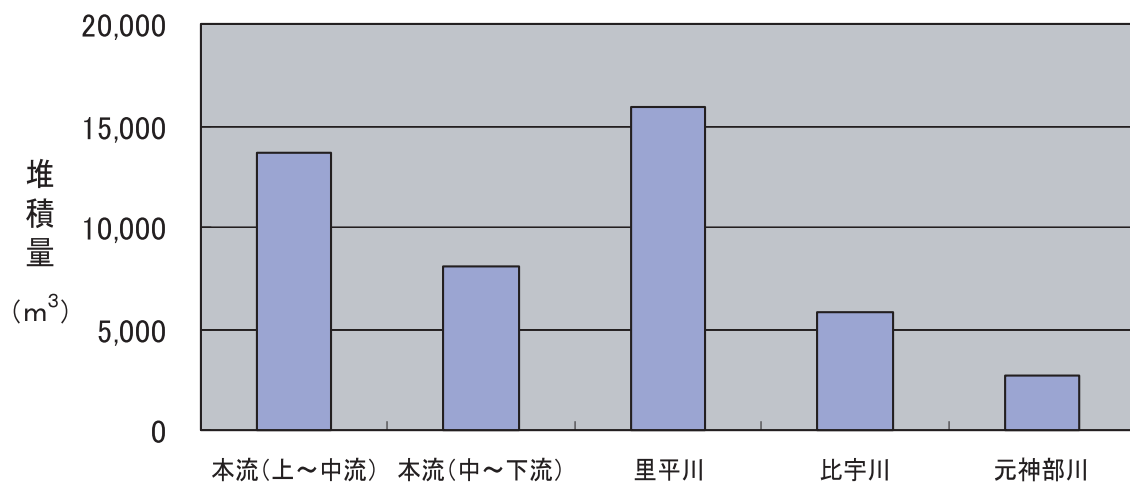


図-12 流域区分別の流木堆積量

堆積している流木の内訳は、発生場所別では山腹由来の樹種の割合が6～8割を占め、河畔由来の樹種の割合が2～4割を占めた。里平川では、山腹由来の樹種比率が84%と他の流域よりも多く（図-13）、崩壊地が多かったことと一致している。

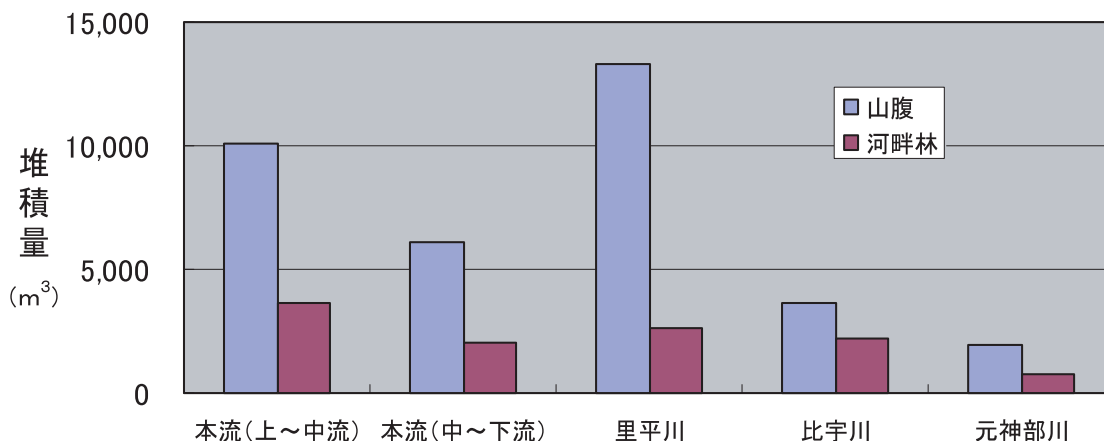


図-13 流域区分別・発生場所別の流木堆積量

針葉樹と広葉樹の別では、針葉樹が1～2割、広葉樹が8～9割を占めていた（図-14）。このことは、施業が行われている人工林（針葉樹）由来の流木は少ないことを示している。

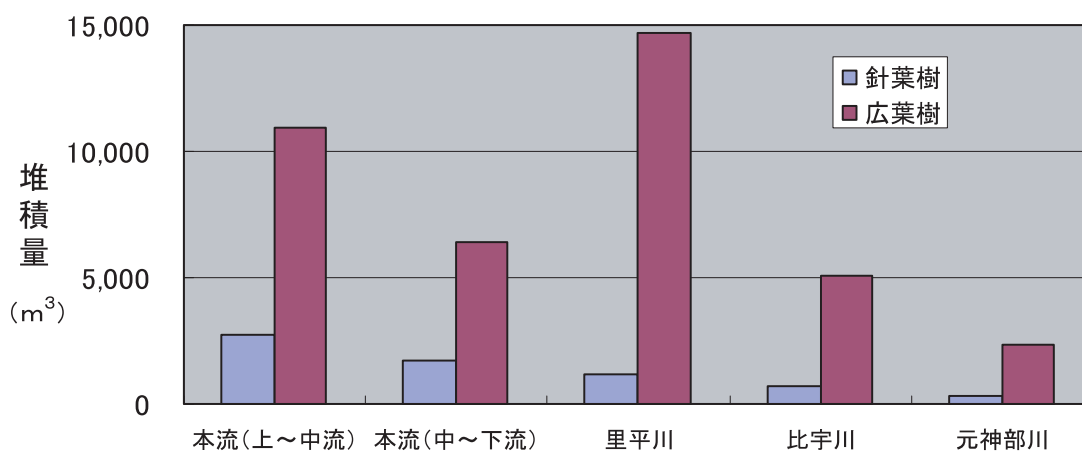


図-14 流域区分別・針広区分別の流木堆積量

流木の新旧区分別、すなわち今回の大雨で流木化した流木か、もともと河道や山腹に堆積していた流木かの区分で見ると、新流木は5～8割、旧流木は2～5割と必ずしも全ての流木が今回の大雨で新たに倒れて流されてきたわけではないことがわかる（表-13、図-15）。特に本流の中～下流域では、新旧の比率が拮抗していて、この流域付近には元々流木が多かったことがうかがえる。さらに、本流の中～下流域には、牧柵や電柱、看板など居住区域で用いられている施設材が全体の3%を占めていたことも、他の流域では見られなかった特徴である。

径級区分別に見ると、いずれの流域も10～30cmのものが多く、天然林の現況（図-4）と一致する。

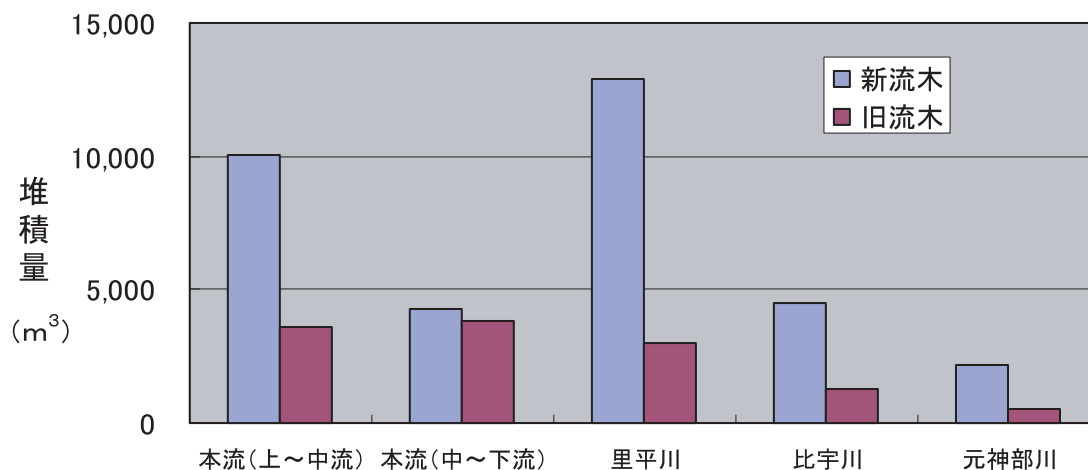


図-15 流域区分別・新旧区分別の流木堆積量

上記のように、流木には新しいものと古いものがあるので、今回の大雨による流木の発生場所を推定するには、新しい流木に注目する必要がある。表-14および図-16の新しい流木についてみると、崩壊地が多く河道まで崩壊地起源の崩落木が達したと推察される本流の上～中流域や里平川流域では、山腹由来の樹種がそれぞれ65%と81%を占め、河畔林由来の樹種の35%と19%に比べてはるかに多かった。一方、本流の中～下流域では、山腹と河畔林由来がそれぞれ57%と43%とほぼ類似した比率であり、本流の上～中流域や里平川流域に比べて河畔林に由来する流木の比率が高い。河畔林由来の流木の合計は約10.6千m³であり、先に示した河畔林からの流出材積7.8千m³よりも多い。これは、河畔林の大半がヤナギ類とケヤマハンノキで構成されていたのに対し、河畔林由来の流木にはそれら他にヤチダモやニレ類などの山地性溪畔林の構成樹種をも含めたことによると考える。

また、新しい流木について針広区分別に見ると、いずれの流域でも針葉樹の占める割合は広葉樹に比べて低かった(表-14、図-16)。したがって、今回の大雨で人工林の造林木が流出したケースは少なかったものと考えられる。ただし、本流の上～中流域では、新しい流木の針葉樹の割合が20%と高かった。これは、河畔林の流出材積の推定(23ページ)で述べたように、河道付近のカラマツ人工林が溪岸浸食によって一部崩壊していることが現地で観察されたことから、このような箇所が流出の起源になったことも影響しているものと推察される。

表-14 新しい流木について見た発生場所別および針広区分別の内訳(単位はm³)

流域区分	発生場所別		針広別	
	山腹	河畔林	針葉樹	広葉樹
厚別川本流(上～中流域)	6,528.3(64.8)	3,546.3(35.2)	1,964.5(19.5)	8,110.1(80.5)
厚別川本流(中～下流域)	2,443.5(56.9)	1,850.9(43.1)	330.7(7.7)	3,963.7(92.3)
里平川流域	10,478.8(81.1)	2,442.1(18.9)	878.6(6.8)	12,042.3(93.2)
比宇川流域	2,472.2(54.8)	2,029.1(45.2)	726.3(16.1)	3,785.0(83.9)
元神部川流域	1,454.4(66.7)	726.1(33.3)	300.9(13.8)	1,879.6(86.2)
合計	23,377.2(68.8)	10,604.5(31.1)	4,201.0(12.4)	29,780.7(87.6)

( ) 内の数字は%を示す

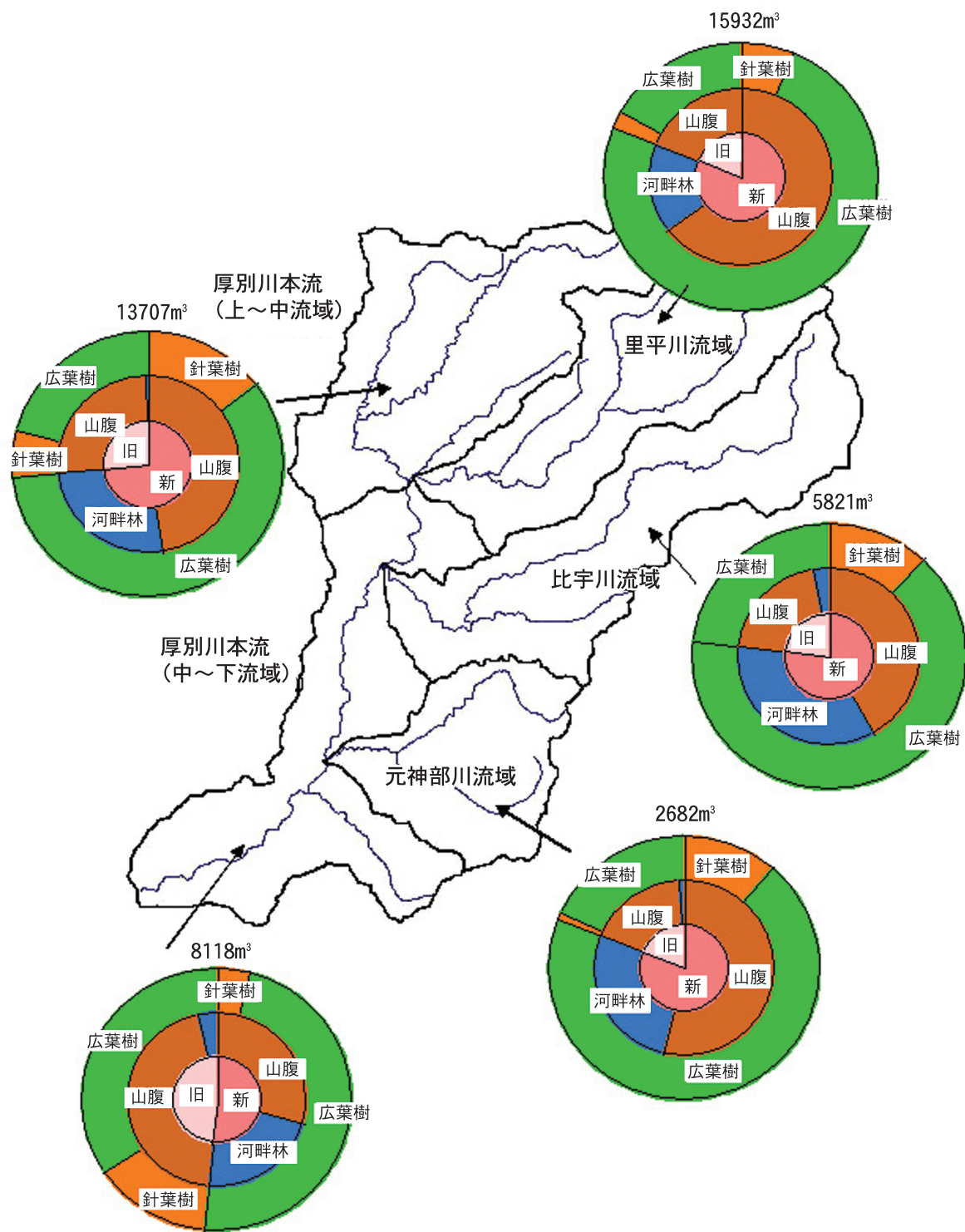


図-16 流木の新旧別に見た発生場所と針広別の内訳