

ナラ枯れによる林床光環境の改善が タカノツメ稚樹の成長に与える影響

龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科

宮本 大輔

龍谷大学理工学部准教授・里山学研究センター研究スタッフ

横田 岳人

1. はじめに

「龍谷の森」では2009年頃からナラ枯れ被害が広がっており、2013年までには主要平坦部分の多くが被害を受け、コナラが枯死した（杉浦2011；川原 2012；目片2013）。枯死したコナラは徐々に樹上で分解され、枝単位で落下したり、危険なために伐採・除去されたものがある。そのため、森林内に林冠ギャップが形成された状態となり、林床の光環境が大きく改善されている。光環境の改善は林床植物の生産性に大きく貢献し、伸長成長量や肥大成長量の増加という形であらわれると考えられる。

教科書的には光環境の改善が林床植物の成長を促すという事実で十分だが、「龍谷の森」でどのように光環境が改善し、どのように成長量が変化したのかは記録されていない。変化の抽出には継続的な調査計測が必要であるが、気象観測タワーの1点で測定された光環境の変化以外には継続的な調査が行えておらず、光環境の改善状況や成長量の変化を示すには不十分なデータしか存在していない。

林床に生育するウコギ科の落葉亜高木樹種であるタカノツメ (*Evodiopanax innovans*) は、葉が短枝に束生し、シュートに明瞭な芽鱗痕を残す性質を持つため、1年間のシュート伸長量を芽鱗痕間の長さとして測定することが可能である。年枝の状態にもよるが、少なくとも3年程度の伸長量を芽鱗痕の情報から得ることが可能であり、経時的な成長量の変化を知るには都合がよい。

今回、タカノツメを用いて、まず林冠開空率と成長量の関係を明らかにし、次に成長量の変化から開空状態の変化を類推したいと考えた。このことを通じて、ナラ枯れにともなう光環境の改善が林床植物の成長に与えた影響を考えてみたい。

2. 調査地および調査方法

調査は、龍谷大学瀬田学舎瀬田大江町の西側に隣接する森林である「龍谷の森」（水平面積38ha）近辺で行った。図1に調査地点の地形図を示す。「龍谷の森」近辺から14地点選び、後に述べる開空率の低い順にAからNと名付けた。各調査地点に自生しているタカノツメ稚樹をランダムに選定し、供試木とした。ここで、稚樹を高さ30cm以上地際直径20mm未満で3年以上の枝が付く個体とした。供試木のすべてについて、全天写真の撮影と一年枝（2014年に成長した枝）伸長量、二年枝（2013年に成長した枝）伸長量、三年枝（2012年に成長した枝）伸

長量、樹高、地際直径、比葉面積を測定した。調査は2014年8月下旬から9月下旬に行った。

林床部の光環境の指標として全天写真を用いた。全天写真は、供試木1本につき1枚、魚眼レンズ（Sigma 4.5mm F2.8 EX DC CIRCULAR FISHEYE HSM）を取り付けたデジタルミラーレスカメラ（Canon EOS M）を用いて地上高1mの位置で撮影した。撮影した全天写真をCanopOn2（竹中 2009）を用いて解析し、開空率を算出した。

3. 結果と考察

3-1. 調査ブロックごとの調査個体の概要

調査ブロックごとに個体数、開空率、3年前から現在までの平均樹高、過去3年間の平均伸長量、平均地際直径、平均比較苗高、平均比葉面積を算出し、表1に示す。調査したタカノツメ稚樹の総個体数は、373個体であった。

2011年の平均樹高はブロックDで60.8cm、ブロックGで48.9cm、ブロックLで53.1cmと高いことが見られたが、他のブロックでは、類似した値であった。2014年の平均樹高はブロックLにおいて114.2cmであり最も大きく、ブロックAでは66.3cmと最も小さかった。3年間の平均伸長量はブロックHにおいて70.8cmであり最も大きく、ブロックCでは29.2cmと最も小さかった。平均地際直径はブロックLにおいて9.7mmであり最も大きく、ブロックAでは4.4mmと最も小さかった。平均比較苗高はブロックBにおいて16.1cm mm⁻¹であり最も大きく、ブロックJでは10.5cm mm⁻¹と最も小さかった。平均比葉面積はブロックBにおいて0.0367m² g⁻¹であり最も大きく、ブロックL、Mでは0.0175m² g⁻¹と最も小さかった。

開空率が低いブロックA、B、Cの個体は平均比葉面積の値が大きく、葉の発達が悪いことがわかる。開空率が高いブロックL、M、Nに比べて著しく値が大きい傾向がある。光環境によって葉の生理生態的特性が変化することはよく知られており、明るい光環境にある陽葉は高い光合成能力と比葉面積が小さく厚い葉の形態的特徴を持つのに対し、暗い光環境にある陰葉では低い光合成能力と比葉面積が大きく薄い葉を持つ。

3-2. 光環境と伸長成長量の関係

全調査個体の開空率と一年枝伸長量との関係を図2に示した。縦軸に一年枝伸長量を示し、横軸に開空率を示している。開空率が増加するにつれて一年枝伸長量が大きくなる傾向が見られた。開空率と一年枝伸長量の間には有意な関係があり、正の相関が見られた（ $R=0.6386$, $p<0.001$, $n=373$ ）。この相関関係は、開空率20%未満、20-30%、30%以上の3つの部分に分けて考えることが出来るS字型の関係となった。

図2に示した結果から、タカノツメ稚樹は開空率が高くなるほど成長が促進されると考えられる。光環境の変化に応じてすばやく成長する特性は、ギャップ内で生き残り、林冠へと伸長していく種には重要である（Myster 1993）。先駆性落葉広葉樹に分類されるタカノツメ（只木ほか 2001）は、成長に多くの資源を分配しすばやく伸長成長しギャップ内で生き残る性質を持っていると考えられる。

3-3. 過去3年間の成長パターン

表2に、調査個体全体での「2012-13年」、「2013-14年」における成長パターン別の個体数の割合を示す。総じて、成長率が増加傾向にある個体の割合が大きいことが分かる。2012年から

2014年の3年間で、ギャップが大きくなった、あるいは攪乱による林冠の変化が大きかったことが考えられ、「龍谷の森」の林床が明るくなってきていることが推測される。

表3および図3～4に、調査ブロックA～Nでの「2012-13年」、「2013-14年」における成長パタン別の個体数の割合を示した。ここでは、開空率が低いブロックA～Eを低開空率区、開空率が高いブロックJ～Nを高開空率区とする。

(1) 低開空率区（調査ブロックA～E）

2013-14年での成長パタン別における個体数の割合（図4）は、2012-13年（図3）と比べると、全ブロックで成長量が上昇する個体数の割合が減少し、成長量が一定の個体数の割合は、全ブロックで増加した。

林冠に小さなギャップが形成されると、下層では光環境の変化に応じてタカノツメ稚樹が旺盛な伸長成長を開始するが、時間が経過すると、周辺樹木が側方から枝を伸ばし、葉を茂らせ、ギャップを修復するために、稚樹は被圧され始めると考えられる。そして稚樹は、時間の経過にともない、枯死あるいは成長が抑制される。ある程度大きいギャップが形成されるまでは、林内ではこのような変動が頻繁に起こっているものと考えられる。

(2) 高開空率区（調査ブロックJ～N）

2013-14年での成長パタン別における個体数の割合（図4）は、2012-13年（図3）と比べると、全ブロックで成長量が上昇する個体数の割合が増加し、成長量が一定あるいは減少の個体数の割合はほとんどのブロックで減少した。

開空率の大きいブロックJ～Nは開空率の小さいブロックA～Eよりもギャップサイズが大きく、周辺樹木が枝葉を茂らせることが困難であり、ギャップを修復しづらいつと考えられる。そのため、林床に生育している稚樹は光量に恵まれ成長が促進され、成長量が上昇する個体数の割合が増加したと考えられる。

4. まとめ

林冠開空率とタカノツメ稚樹の成長量との間には有意な相関関係があり、高い林冠開空率（すなわち明るい環境）では成長量が大きかった。このとき、葉の比面積は小さく、陽葉化していることが示唆され、かなり明るい光環境になっていたと思われる。稚樹成長量の経年変化から、この3年間で成長量が大きく増加している割合が多く、特に開空率が高いギャップの個体では成長量の改善が著しかった。林冠ギャップが形成されることで林床植物の成長は改善されたが、今後は林床付近の光を巡って競争が激化されると予想され、ナラ枯れが林床植物に大きな影響を与えている姿が確認された。

タカノツメ稚樹は開空率が高い光量の豊富な環境では、伸長成長量が大きかった。開空率が低い林床でも生育していたが、その伸長成長量は、開空率が高い林床の伸長成長量に比較して小さかった。したがって、タカノツメ稚樹が成長の抑制状態を脱し、生育段階を進めるためにも、ギャップの形成が必要だと考えられる。タカノツメ稚樹の個体群動態は、成長において、ギャップと深く結びついており、個体群を安定して成長させるためには、ギャップの形成が不可欠であると考えられる。

引用文献

川原由華（2012）龍谷の森における2011年のナラ枯れ被害状況. 龍谷大学理工学部環境ソ

リユース工学科2011年度卒業論文

目片竜太呂（2013）龍谷の森におけるナラ枯れ被害の拡大と植生の変化. 龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科2012年度卒業論文

Myster RW (1993) Tree invasion and establishment in old fields at Hutcheson Memorial Forest. Botanical Review 59 : 251-272

杉浦恒平（2011）龍谷の森におけるナラ枯れ被害の拡大過程. 龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科2010年度卒業論文

只木良也、参鍋秀樹、河口順子、橋本宣子、中川有里（2001）名古屋市内・近郊二次林の遷移. 名大森研20 : 123-133

竹中明夫（2009）全天写真解析プログラム CanopOn 2.

<http://takenaka-akio.cool.ne.jp/etc/canopon2/>

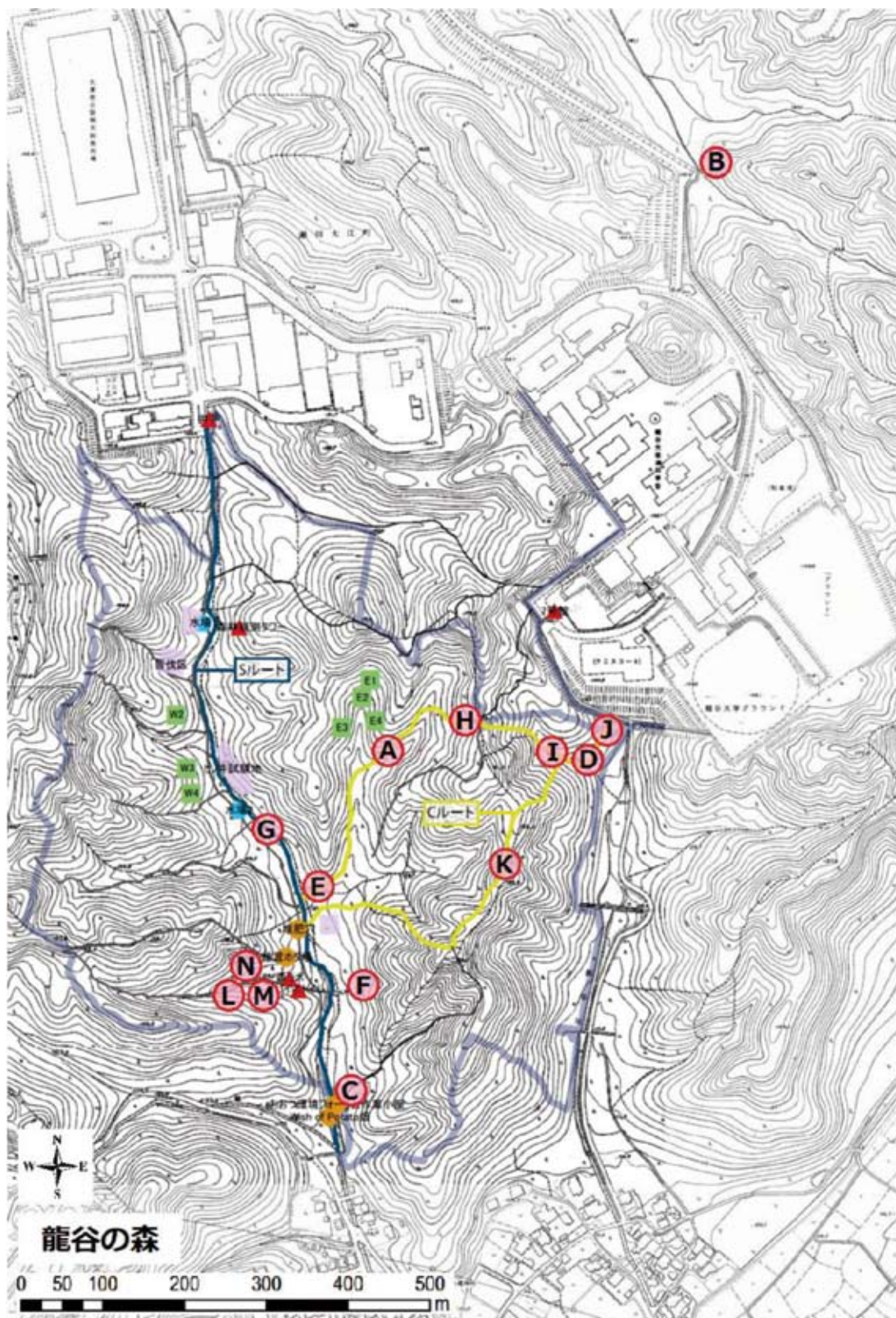


図1 「龍谷の森」近辺の概要と調査ブロック
(龍谷大学里山学研究センター (2010) を改編)

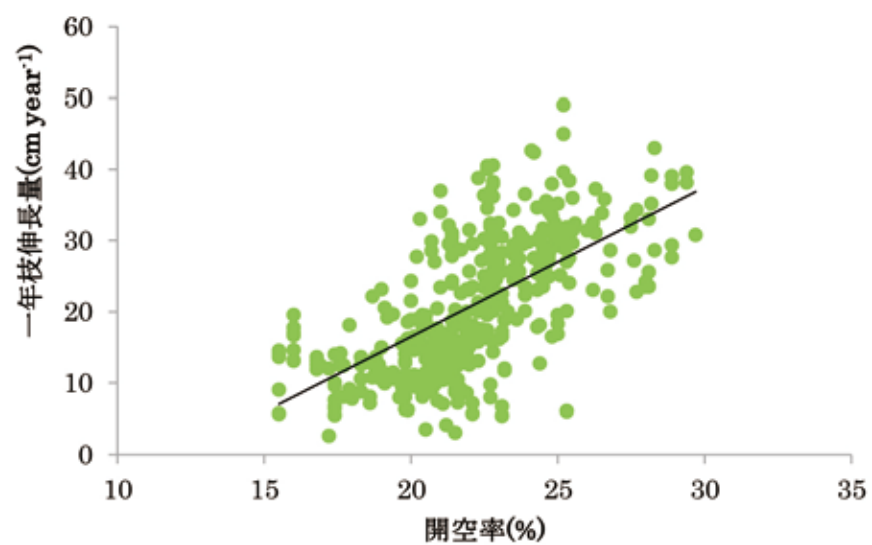


図2 全調査個体における開空率と一年枝伸長量の関係

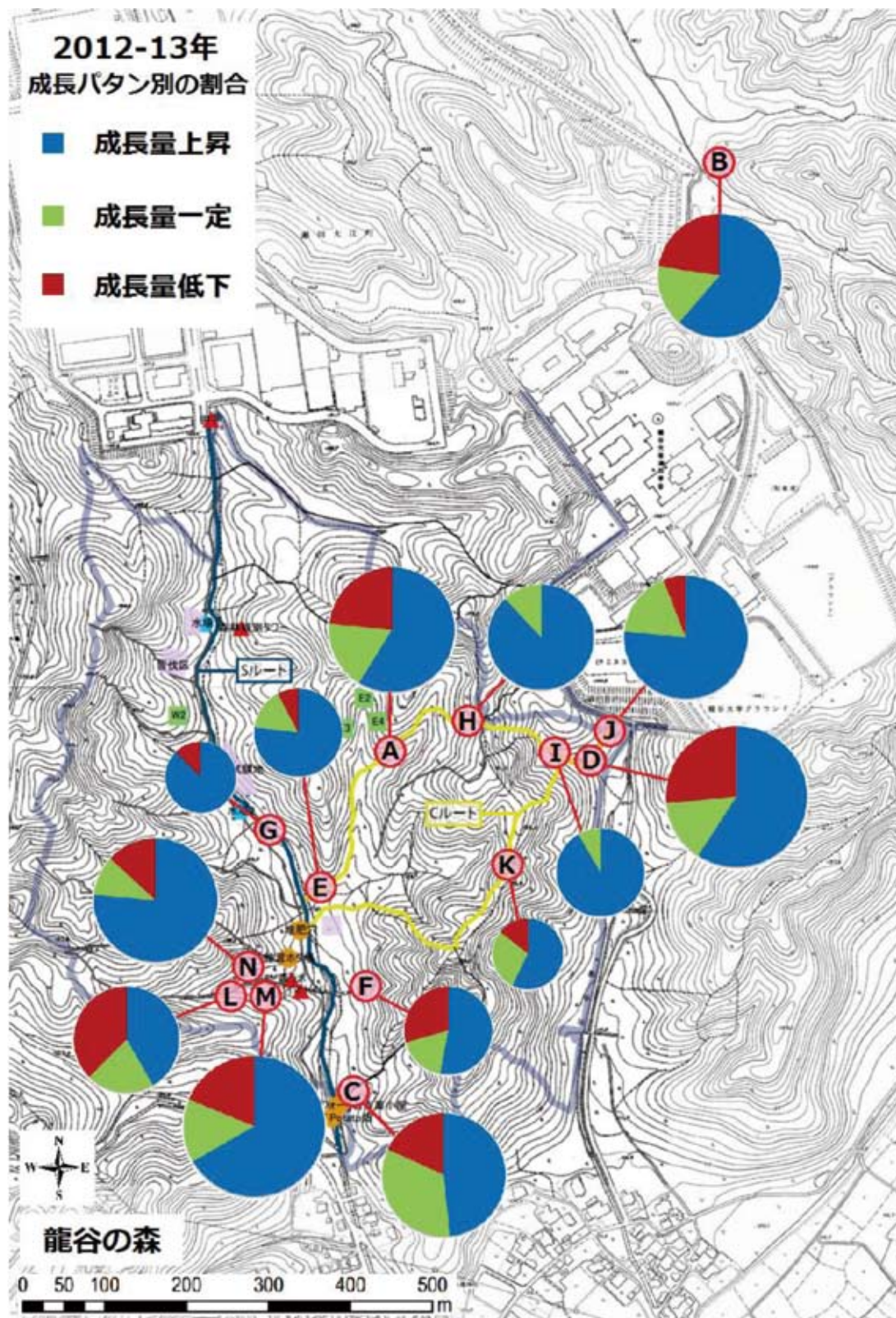


図3 各調査ブロックでの2012-13年における成長パターン別の個体数の割合
(円グラフの大小は調査個体数の多少を表す)

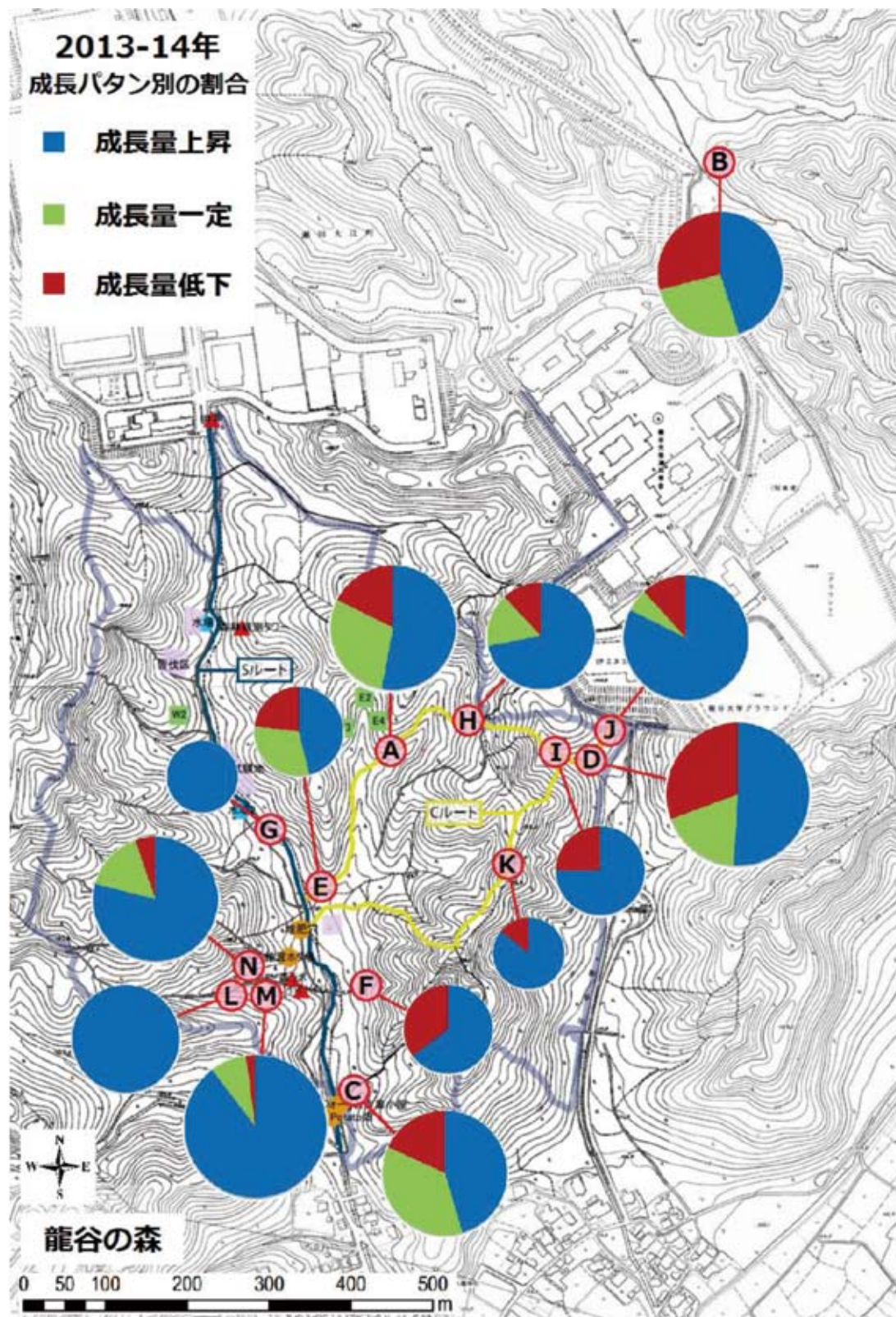


図4 各調査ブロックでの2013-14年における成長パターン別の個体数の割合
(円グラフの大小は調査個体数の多少を表す)

表1 調査ブロックごとの測定個体の概要

調査 ブロック	調査 個体数	開空率 (%)	平均樹高 (cm)				1年間の平均伸長量 (cm)				3年間の平均 伸長量 (cm)	平均 地際直径 (mm)	平均 比較苗高 (cm mm ⁻¹)	平均 比葉面積 (m ² g ⁻¹)
		'14年 9月	'11年	'12年	'13年	'14年 9月	'12年 三年枝	'13年 二年枝	'14年 一年枝	'12年~'14年	'14年 9月	'14年 9月	'14年 一年生葉	
A	34	17.2	37.0	45.2	54.8	66.3	8.2	9.6	11.6	29.4	4.4	15.1	0.0347	
B	31	19.8	35.0	47.0	59.9	74.3	12.0	12.9	14.3	39.2	4.7	16.1	0.0367	
C	33	20.3	39.4	48.4	57.9	68.6	8.9	9.5	10.8	29.2	4.6	14.9	0.0337	
D	49	21.0	60.8	72.1	85.0	99.5	11.3	12.9	14.5	38.7	7.0	14.2	0.0293	
E	13	21.2	34.6	46.1	60.6	75.5	11.5	14.4	15.0	40.9	5.4	14.5	0.0298	
F	17	21.5	39.1	49.9	60.6	73.2	10.8	10.7	12.6	34.1	4.5	15.9	0.0349	
G	8	22.0	48.9	59.5	76.8	104.4	10.6	17.4	27.6	55.5	8.9	11.9	0.0225	
H	25	22.2	31.8	49.5	74.1	102.6	17.7	24.6	28.5	70.8	7.6	13.5	0.0262	
I	12	22.3	38.6	48.7	64.5	89.3	10.9	17.2	19.4	47.4	7.0	13.0	0.0277	
J	34	22.9	30.0	45.5	65.1	90.6	15.5	19.6	25.4	60.6	8.6	10.5	0.0216	
K	7	23.7	31.2	42.3	55.4	74.1	11.1	13.1	18.8	42.9	5.2	14.2	0.0290	
L	24	24.4	53.1	69.2	86.5	114.2	16.1	17.2	27.8	61.1	9.7	11.9	0.0175	
M	48	24.9	41.5	57.5	79.6	110.4	16.0	22.1	30.7	68.9	9.3	12.0	0.0194	
N	38	25.4	27.6	44.8	67.8	96.9	17.2	23.0	29.1	69.3	8.9	11.1	0.0175	

表2 成長パターン別における個体数の割合

	上昇(%)	一定(%)	低下(%)
2012-13年	65.4	16.6	18.0
2013-14年	68.4	15.8	15.8