

コナラ二次林の皆伐実験

林 珠乃・横田 岳人・宮浦 富保

はじめに

龍谷の森の大部分を占めるコナラ二次林は、東北地方以南の里山を代表する植生である。コナラの萌芽再生能力を利用した薪炭林として、20-30年のサイクルで定期的に伐採することで人為的に管理・維持されてきたが、戦後の農業の近代化とエネルギー革命の結果、薪炭林としての利用が激減し、放棄されるようになった。伐採という人為的攪乱が止むことで、落葉広葉樹林から常緑広葉樹林に向かう自然遷移が進み、コナラ二次林に特有な動植物が消失する一方タケ・ササ類が侵入し、結果的に里山の生物多様性の減少と均一化の主要因になることが懸念されている。そこで、コナラ二次林の特徴を把握し、皆伐後の森林再生と生物群集の変化を明らかにするために、コナラ二次林皆伐実験を行った。

調査区

龍谷の森Sルート沿いのコナラ二次林に、30m×30mの方形の調査区を設けた。方形区内には2m間隔で杭を打ち、座標とした。

調査区内の植生

調査区内の木本の植生を明らかにするために、2006年11月から12月にかけて、毎木調査を行った。樹高1.3m以上の個体の胸高部分と樹高0.3m以下の部分に通し番号をラベリングし、胸高周囲長と樹種および調査区内での位置を計測し記録した(表1、図2)。調査区内には、樹高1.3m以上の樹木が41種842個体生育していた。

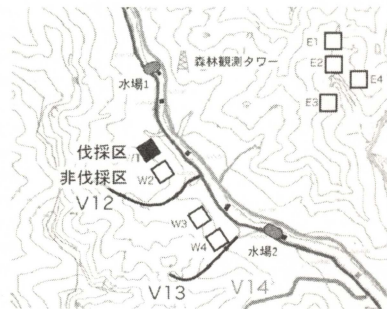


図1 調査区地図

表1 伐採区内の樹高1.3m以上の木本群落の構成樹種

科	属	学名	和名	個体数
アカネ Rubiaceae	クチナシ	<i>Gardenia jasminoides</i>	クチナシ	3
ウコギ Araliaceae	ウコギ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	コシアブラ	35
	タカノツメ	<i>Evodiopanax innovans</i>	タカノツメ	90
ウルシ Anacardiaceae	ウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i>	ヤマウルシ	2
		<i>Rhus sylvestris</i>	ヤマハゼ	2
カエデ Aceraceae	カエデ	<i>Acer crataegifolium</i>	ウリカエデ	4
		<i>Acer amoenum</i>	オオモミジ	1
カキノキ Ebenaceae	カキノキ	<i>Diospyros kaki</i>	カキノキ	1
クスノキ Lauraceae	ニッケイ	<i>Cinnamomum japonicu</i>	ヤブニッケイ	1
スイカズラ Caprifoliaceae	ガマズミ	<i>Viburnum phlebotrichum</i>	オトコヨウゾメ	1
		<i>Viburnum dilatatum</i>	ガマズミ	12
		<i>Viburnum erosum</i>	コバノガマズミ	2
	ツクバネウツギ	<i>Abelia spathulata</i>	ツクバネウツギ	5
ツツジ Ericaceae	アセビ	<i>Pieris japonica</i>	アセビ	2
	スノキ	<i>Vaccinium bracteatum</i>	シャシャンボ	11
		<i>Vaccinium smallii</i>	スノキ	1
	ツツジ	<i>Rhododendron reticulatum</i>	コバノミツバツツジ	117
		<i>Rhododendron macrosepalum</i>	モチツツジ	19
		<i>Rhododendron obtusum</i>	ヤマツツジ	2
	ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i>	ネジキ	13
ツバキ Theaceae	サカキ	<i>Cleyera japonica</i>	サカキ	43
	ヒサカキ	<i>Eurya emarginata</i>	ヒサカキ	222
トウダイグサ Euphorbiaceae	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	アカメガシワ	1
ハイノキ Symplocaceae	ハイノキ	<i>Symplocos prunifolia</i>	クロバイ	73
バラ Rosaceae	カナメモチ	<i>Photinia serrulata</i>	カナメモチ	7
	カマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i>	カマツカ	8
	サクラ	<i>Prunus grayana</i>	ウワミスザクラ	12
		<i>Prunus jamasakura</i>	ヤマザクラ	5
ヒノキ Cupressaceae	ネズミサシ	<i>Juniperus rigida</i>	ネズミサシ	1
ブナ Fagaceae	コナラ	<i>Quercus glauca</i>	アラカシ	7
		<i>Quercus serrata</i>	コナラ	24
マツ Pinaceae	マツ	<i>Pinus densiflora</i>	アカマツ	5
ミツバウツギ Staphyleaceae	ゴンズイ	<i>Euscaphis japonica</i>	ゴンズイ	7
モクセイ Oleaceae	イボタノキ	<i>Ligustrum japonicum</i>	ネズミモチ	14
	トネリコ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	マルバアオダモ	3
	モクセイ	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	ヒイラギ	1
モチノキ Aquifoliaceae	モチノキ	<i>Ilex macropoda</i>	アオハダ	8
		<i>Ilex crenata</i>	イヌツゲ	21
		<i>Ilex pedunculosa</i>	ソヨゴ	45
ユキノシタ Saxifragaceae	ウツギ	<i>Deutzia crenata</i>	ウツギ	3
リョウブ Clethraceae	リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	リョウブ	7
不明				1
		合計		842

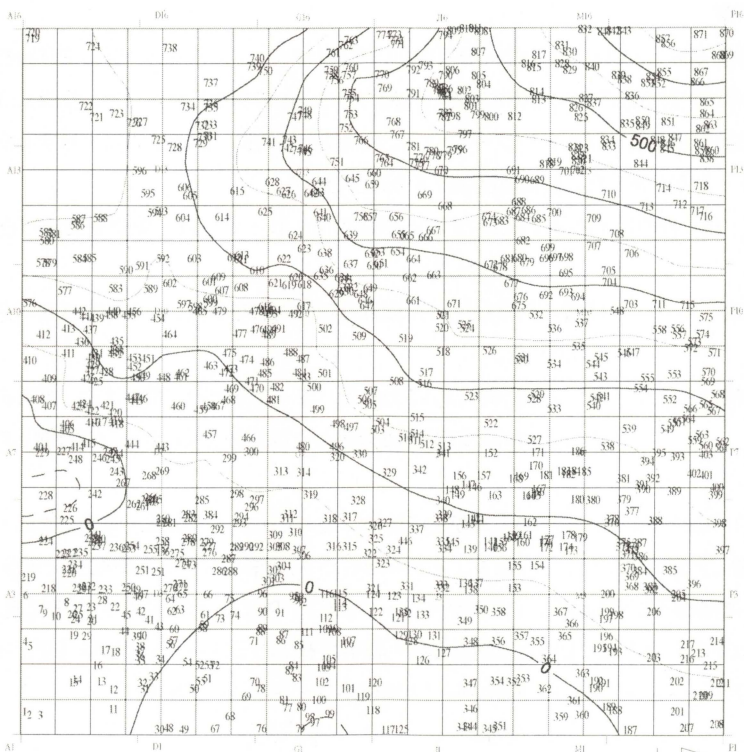


図2 伐採区内の樹高1.3m以上の樹木配置図

伐採前調査

皆伐の効果を明らかにするために、伐採前に以下の調査を行った。以下の作業は、滋賀県立大学環境科学部修士2年の大塚一紀氏と野間講師（里山ORC研究スタッフ）によって行われた。この調査は、皆伐後も引き続き行なわれる予定である。

- 開空度 伐採前後に全天写真を撮り、開空度を測定した。
- 落下種子 伐採前後にシードトラップを設置し、落下種子量および種類を測定した。
- 下層植生 下層植生調査用の1m×1mのコドラートを調査区内の49カ所に設置し、下層植生の群落構造を調査した。

伐採作業

伐採作業は、2007年5月から9月にかけて行われた。(カラーページ p.29⑥および p.30参照) 調査区内の全ての木本を、地際から0.1mの高さで伐採した。伐採には、選定ばさみ・手のコ・チェーンソーを用いた。伐採と同時に、調査区内に生育する樹木の個体データを計測した。調査項目は以下の通りである。

- 葉・枝・幹のバイオマス 34種106個体の葉・枝・幹の湿・乾重量および樹高を計測した。
- 年輪 12種45個体から1m間隔で幹の円盤を採取し、年輪の成長パターンを計測した。
- 幹枝の成長 コナラ2個体について分枝のパターンを記録した。また、幹および枝から25cm間隔で円盤を採取し、詳細な成長パターンを計測した。

これらの作業には、以下の人員が主に携わった：立山創・中山武・鳴瀬功太郎・西沢聖(理工学部環境ソリューション工学科4回生)、宮浦富保(理工学部教授)、横田岳人(理工学部講師)、中原真二(大津環境フォーラム)、林珠乃(里山ORC)(敬称略)。また、以下の方々の協力を得た：新谷嘉啓・當麻友寛・山田純平・吉川裕章(理工学部環境ソリューション工学科)、古根幸一(大津環境フォーラム)(敬称略)。

卒業論文

今回の皆伐実験から、2007年度は4本の卒業論文が執筆された。

龍谷の森におけるコナラ二次林の林分構造

龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科 T040610 立山創

森林は大小様々な樹木で構成されており、多くの森林群落では、樹木サイズのまとまりである階層構造が認められる。群落を構成する樹種の特性は階層構造を解析することで明らかにすることが出来るであろう。また階層構造の成因を検討し、変化の傾向を明らかにすることにより、森林管理の指針を得ることが出来ると考えられる。本研究は、龍谷の森におけるコナラ二次林の階層構造を解析し、森林を管理するための効果的な方法を検討することが目的である。

滋賀県大津市の龍谷大学瀬田学舎に隣接する龍谷の森に、縦横30mの方形の調査地を設定した。調査地内の樹高1.3m以上の樹木について胸高直径（D〔cm〕）を測定し、樹種を記録した。41樹種のうち34樹種について、1樹種あたり1～10本の樹木個体を選定し、伐倒して樹高を測定し、地上高毎の幹の周囲長を測定した。これらのデータから伐倒木の幹材積を求めた。伐倒木について得られたDと樹高、Dと幹材積の関係をを用いて、個体の樹高、幹材積を推定し、M-w図による階層構造の解析を行った。M-w図とは、幹材積の大きな個体から小さな個体へと並べたときに、i番目の個体までの平均幹材積 M_i と、i番目の個体の幹材積 w_i との関係をプロットしたものである。 M_i と w_i の関係はいくつかの線分で近似することができ、これらの線分は林分を構成する樹木の階層構造と関係すると考えられている。

M-w図から龍谷の森の階層は最上層、上層、中層、低層の4階層に分けられることがわかった。最上層に達している個体には、アカマツ、コナラ、ウワミズザクラ、ヤマザクラがあったが、アカマツはそれ以外の階層には存在していなかった。このことからこの森林ではアカマツは衰退の傾向にあることがわかった。同様にコナラに関しても上層、中層に確認できるもののそれに次ぐ低層に存在しなかったことから、現在は比較的個体数が多いが、徐々に衰退していくと考えられる。

アカマツやコナラは、かつての里山利用では最も重要な樹種であった。現在、バイオマス資源としてアカマツやコナラの価値が再認識されつつある。アカマツやコナラを主体とする里山林を維持していくことを目標にするのであれば、実生や萌芽による更新を促進するために、強度の間伐あるいは皆伐を行う必要がある。

龍谷の森におけるコナラ二次林の成長履歴

龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科 T040623 中山武

「里山」とは一般に、人々の生活と結びついた山・森林を意味し、薪、炭の供給や落ち葉による堆肥づくりなど地域の経済活動と密着した山であった。しかし、エネルギー革命や農業革命により里山の経済価値は薄れ、人との関わりがなくなり放置されたままになっている。本研究の調査地である龍谷の森も、戦前まで里山として利用されており、戦後はほとんど放置されてきた場所である。本研究は、放置された里山に自生する植物がどういった成長をして現在に至ったのか、その成長履歴を明らかにすることを目的とする。

龍谷の森のコナラ二次林に30m×30mの方形の調査地を設けた。調査地内の樹高が1.3m以上で胸高周囲長が3cm以上の樹木の胸高直径を測定し、樹種を記録した。全部で41種の樹種が存在したが、そのうち12種について、1樹種あたり1～6本、合計45本を調査木に選定した。調査木を地上高0.1mで伐倒し、樹高を測定した後、地上高0.1m、0.3m、1.3m・・・の部分の幹の円盤を採取した。円盤から読み取った年輪の成長パターンから、樹高と幹材積の成長履歴を求めた。

樹高、幹材積ともに、成長のパターンが不連続的に変化する現象が多くみられた。樹木の生育環境に何らかの変化が起き、それが成長パターンの変化を引き起こしたと考えられる。ある年に存在している樹木個体のうち、その年に成長パターンの変化が認められたものの割合を成長曲線の乗り換え率と定義した。乗り換え率の最大値は1979年に認められた。滋賀県では1970年頃からマツ枯れの被害が増えはじめ、全国的には1978年にピークになった。1977～1978年は降水量が比較的少ない期間であった。降水量が少ないと、マツ枯れ病の被害が大きくなるという報告がある。マツ枯れ病により高木層のマツが枯死し、その結果、他の多くの樹種の光条件等が改善したために、1979年に乗り換え率が大きくなったと考えられる。

乗り換えは、降水量や温度、その他いろいろな要素が複雑に絡んで起こるが、マツ枯れ病の全国ピークと今回の樹高の乗り換え率のピークがほぼ一致したことから、1979年の樹高の大きな乗り換え率はマツ枯れによるものだと考えられる。

龍谷の森におけるコナラ二次林のバイオマス

龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科 T040626 鳴瀬功太郎

現在の環境問題の中でも、地球温暖化はとて深刻な問題のひとつである。その原因としてCO₂の増加が挙げられる。これは、化石燃料の大量消費によって引き起こされている。化石燃料は地下に貯蔵されていたもので、使用することによってCO₂増加は避けられない。一方、バイオマスに含まれる炭素は、生物が大気中のCO₂を固定したものである。持続可能な利用を心がければ、大気中のCO₂を増加させることはないと期待される。そこで、龍谷の森のバイオマスを調査し、利用可能な資源量を把握することを目的とした。

龍谷大学瀬田学舎に隣接する里山林（38ha）である「龍谷の森」のコナラ二次林に

30m×30mの方形の調査地を設定した。調査地内の樹高1.3m以上の樹木の胸高直径(D[cm])を測定し、樹種を記録した。39樹種のうち34樹種について、1~4本の樹木個体を選定した。選定した個体を地上高10cmで伐倒し、幹、枝、葉の乾燥重量を測定した。

幹、枝、葉の器官重量(w[kg])とDの間には、相対成長関係($w=a \cdot D^b$)が成立した。定数bは幹で2.17、枝で2.08、葉で1.31であった。定数a、bは、器官ごと、樹種ごとに異なっていた。相対成長関係を用いて、調査地内全ての個体の器官重量を推定し、足し合わせることで、バイオマスを推定した。年輪解析のデータとDから全個体の樹齢を推定した。毎木調査により調査地内には胸高直径3cm以上の樹種が34種出現した。胸高直径3cm以上の樹木の総本数は640本、Dの平均は3.7cm、Dの最大はコナラの60.6cmであった。本数が最も多かったのはヒサカキ(200本)で、コバノミツバツツジ、ソヨゴ、クロバイ、タカノツメがそれに次いで多かった。

調査地内の全樹種のバイオマスは97.22[t・ha⁻¹]と推定された。バイオマスが最も大きかったのはコナラの39[t・ha⁻¹]で、調査地内の全樹種の20%を占めていた。ソヨゴ、アカマツ、ウワミズザクラ、ヒサカキがそれに次いで大きなバイオマスを持っていた。

コナラ萌芽の成長履歴

龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科 T040628 西沢聖

一般的に、森林内では、植物は光合成のためにより良い光環境を求め、周囲の樹木より早く・高く成長しようとし、広く枝を伸ばそうと個体間で競争をしている。エネルギー収支が枝ごとに独立しており、枝でかせいだエネルギーはその枝でほとんど使われるため、植物は個体間のみならず枝同士でもより良い光環境を求め競争していると考えられる。萌芽の場合、同じ遺伝的特性を持った幹同士の競争となるため、光環境の違いが競争に大きく影響すると考えられる。

本研究では萌芽更新により成長したコナラの株立ちした幹の成長過程を解析することで、萌芽の特性や萌芽幹相互の光環境獲得のための競争経過を明らかにすることを試みた。この結果を萌芽林として育成される里山の今後の利用・管理に役立てたいと考えた。薪炭林として利用されていた龍谷の森に生育するコナラの2個体を対象とした。南北方向に幹がある二股個体と東西南北方向に幹がある四股個体の2個体である。伐倒後に一

定の高さごとに年輪を解析し、材積成長や樹高成長について解析をおこなった。また、材積成長パターンの解析にu-w法 (Hozumi 1985, 1987) を用い、材積の成長曲線のりかえを読み取り、成長過程で生じた環境の変化を検証した。

地際から0.1mの高さの円盤から読み取った年輪の数から樹齢を推定した結果、二股個体のそれぞれの幹の推定樹齢は、48年と47年であり、個体樹齢は48年以上であると思われる。四股個体のそれぞれの幹の推定樹齢は、38年、45年、50年、47年であり、個体樹齢は50年以上であった。

二股個体について、北に伸びている幹が萌芽として発生したのが1959年で、南側の幹が発生したのは1960年である。北側の幹の樹高が常に0.5mから2mほど南側の幹より高いまま推移していた。しかし、幹材積は年々両者の差が開いていき、2006年には北側の材積量が 0.32m^3 と南側の材積量 0.16m^3 の2倍になった。個体周辺の樹冠の様子から、二股個体は隣接する個体に被陰されていたことがわかっているため、材積量の差は周辺個体の被陰が北側の幹よりも南側に強く作用したためではないかと推測された。材積成長パターンの解析から、被陰していた周辺個体が枯れるといった何らかの環境変化があったと推定された年から3年以内に、樹高成長が良好になっていることが明らかになった。

四股個体の成長は、北側の幹が1957年に萌芽発生し、1960年に東側の幹が、1962年に西側の幹が、1969年に南側の幹が発生した。西側の幹が1996年から1997年に初めて樹高で北側の幹に追いついた後は、両幹は同様に成長していき、2006年には北側が16.23mに、西側が16.40mになっていた。しかし、北側の幹の材積量は2006年の時点で 0.06m^3 だったのに対し、西側の幹の材積量は 0.17m^3 と2.5倍以上となっていた。東側の幹の樹高成長は1974年から1990年まで停滞していたが、その間も材積は順調に成長し続けていた。材積成長パターンから、1989年から1990年にかけて何かしらの環境変化が示唆された。東側の幹は、1990年から材積成長が悪くなったが、樹高成長はそれに反し良好となっていることから、樹高を伸ばして枝葉を十分に展開し貯蔵物質を稼ぎ、さらに樹高を伸ばしていると考えられる。

本研究の結果から、個体の周辺環境に何らかの変化があったと思われる年の材積と樹高の成長量を比べると、樹高成長の変化のほうが大きいことが明らかになった。すなわち、萌芽更新で生じた幹は実生更新からの幹と同じ特性を持つことがわかった。今後、

供試木の枝やさらにその周辺木の個体についても解析をおこない、個体に起きた環境の変化が何であったか等を明らかにして、萌芽林として育成される里山の今後の利用・管理に役立てられると考えられる。

今後の展開

今回の実験で皆伐された30m×30mの調査エリアは、今後自然条件下で更新させ、光条件・土壌呼吸量など物理的環境の変化・萌芽更新および植生遷移の過程・動植物の多様度の変化・生物間相互作用網の変遷を追跡する研究が計画されている。