人間科学研究　第32巻第２号　263－271（2019）

総　　説

狭山丘陵のコナラ（*Quercus serrata*）二次林の特徴と人間活動との関係

平塚　基志 [a]

Characteristics of secondary forest dominated by *Quercus serrata* and its relation to human activities in Sayama hills

Motoshi Hiratsuka [a]

([a] Faculty of Human Sciences, Waseda University)

(Received：May 10, 2019；Accepted：August 1, 2019)

Abstract

Konara oak (*Quercus serrata)* is well-known as substitutional vegetation in Sayama hills as results of natural and/or human disturbances and has dominated for long-term in there. While, the mechanism of its domination process in secondary forests had not been analyzed by integrated methods of biological characteristics and social aspects (e.g. fuelwood collection). By reviewing past studies on secondary forests in Sayama hills, this study analyzed following three points of; 1) their dynamics (e.g. succession and regeneration pattern) for over 5,000 years; 2) their biological characteristics under human activities in recent several decades; and 3) management strategy based on their survival characteristics and the linkage with human activities. After that, this study resulted that secondary forests dominated by *Q. serrata* was not simply identified as substitutional vegetation in Sayama hills by climate conditions, and resulted that secondary forests had been maintained by human activities of agriculture, fuel-wood collection, and by specific drivers of biological interactions (e.g. seed dispersal by small animals) for long-term. Finally, this study suggested that further research activities would be necessary to introduce adaptive conservation procedures looking forward future land use system of Satoyama in Japan.

Key Words：代償植生（substitutional vegetation），人為撹乱（human disturbances），里山保全（Satoyama conservation）

1　はじめに

人間活動等による撹乱の影響が及んでいない原生林（一次林）に対して，撹乱の影響で二次的に成立している森林が二次林となるが，日本ではそうした二次林が約８百万ha（国土面積の約２割）に達しており（植田・小野，2004），二次林の周辺に位置する農地，ため池，草原等で構成される里地と合わせると約15百万ha（国土面積の約４割）になる。そして，日本の暖温帯（九州から北海道南部）の二次林で最も広域に確認されるのが落葉広葉樹のコナ

[a] 早稲田大学人間科学学術院（*Faculty of Human Sciences, Waseda University*）

ラ（*Quercus serrata*）であり（福島，2017；星野，1996），関東地方では二次林の優占樹種になっている。早稲田大学所沢キャンパス（以下，所沢キャンパス）が位置する狭山丘陵においてもコナラ二次林が広く分布しており，大部分で優占樹種となっている。そうした中，二次林において現在は優占しているコナラが，今後も継続して優占し続けるのか，もしくは遷移の過程で消失するのか（他の樹種が優占するのか）は，二次林の動態に最も大きな影響を与える人間活動と密接に関係している（亀山，1996）。

コナラが優占する二次林もしくは一次林は，暖温帯と冷温帯の中間に分布することから，植生としての位置付けは「間帯」に分布する落葉広葉樹林と提唱された。一方，コナラの陽樹としての特性から，遷移の途中段階で成立する林分との整理もなされた（本多, 1912）。その後, コナラ林が分布する特徴（暖温帯と冷温帯の中間）が注目されたが, 吉良（1948）は月平均気温を用いた「暖かさの指数」と「寒さの指数」による植生分布の制限を示し，暖かさの指数では暖温帯に属するものの，気温の年較差が大きく常緑樹林が成立しない暖温帯で落葉広葉樹林が成立すると指摘した。しかし，野崎・奥富（1990）は暖温帯や中間温帯という温度域を越えて低温域まで同様の森林帯を認める見解を示す等，植生分布に最も大きな影響を与える気候条件（気温及び降水量）だけではコナラ二次林の分布を説明することが難しいことが分かっている。これは，多くのコナラ林が人間活動の影響を受けた二次林であることに符合する。つまり，それは日本全国のコナラ二次林が里山として古くから利用されてきた夏緑広葉樹林であることに起因しており，一連の人間活動の影響を再評価することなしには，コナラ林が本来的に分布する地域を適切に説明することは難しい。同様に, 中静（2003）は日本における背腹的な植生分布が，気候条件と樹木の生理生態という単純な説明だけではなく，気候条件によって生ずる生物間相互作用，撹乱レジーム，人間活動の影響，地史等が複雑に関わっていることを指摘している。また，人間活動による森林分布及びその生態系サービスの維持という観点から，今後の二次林全体を含めた森林計画（森林のみではなくその森林を取り巻く環境も含めたランドスケープの視点），及び一般市民の目・価値観の反映という側面も重要だと指摘されている（宮本，2010）。

二次林への人間活動については，所沢キャンパスが位置する狭山丘陵では薪炭材の生産（峰岸，1996），農地へ投入する堆肥生産（落葉落枝の供給の場）（養父，1996），そしてシイタケ用のホダギ生産が代表的なものとして挙げられる（斉藤，2002）。1950年代以降はこうした二次林の利用に大きな変化があり，関東地方の二次林でもその構造を大きく変化させるに至った（斉藤，2004）。とくに，薪炭材は化石燃料由来のエネルギーに代替されたことで定期的な伐採及び萌芽更新がなされなくなった。また，落葉落枝を利用した堆肥（落葉掃きによる）が化成肥料となり，二次林内の林床管理は大きく変化した。したがって，従来は人間活動の結果として維持されていた二次林の景観が大きく移り変わり，現在の二次林の大半は1950年代とは大きく異なっている（浜端，1980；鎌田・中越，1990；藤村，1993；山本・趙・大塚・福留・加藤・大久保，1999）。関東地方では首都圏に近づくにつれて二次林の減少及び断片化が著しく（Iida & Nakashizuka，1995），従来は二次林がもたらしていた生態系サービスである，物質生産機能（とくに薪炭材の生産），レクリエーション機能（環境教育の場として）（田中，2011；吉村・野田・田中・細田，2005），気候調節機能（二酸化炭素の吸収機能）等の劣化・減少が指摘されている。加えて，人間活動（伐採）の低下により，二次林を構成するコナラの平均樹齢が上昇して萌芽更新が難しくなっている（萌芽能力が低下している）（松浦・小林・有田，2002； 伊藤，2013）。そして，林床植生としてアズマネザサ（*Pleioblastus chino*）が繁茂して植生の生物多様性が低下していることが明らかにされてきた（Iida & Nakashizuka，1995）。所沢キャンパスの周辺も例外ではなく，コナラ二次林は前回の伐採・萌芽更新から既に50年以上が経過しており，景観を維持するためや安全対策の一環として下草刈りが継続していることを除けば，放置された二次林が分布している。

こうしたコナラ二次林については，1980年代以降の里山保全に係る動向とも関連して多くの報告がなされているものの，コナラがどのように今後の遷移を辿るのか，もしくは遷移せずに優占し続けていくのかについての体系的な研究，もしくは既存研究を取りまとめた報告は極めて少ない（例えば沖津，2014）。本稿は改めてコナラ二次林に関する先行研

究をレビューすることに加え，とくに所沢キャンパスが位置する狭山丘陵に着目し，１）コナラ二次林の成り立ち，２）コナラ二次林の利用，そして３）今後のコナラ二次林の管理方法の３つについて考察を加えた。

２　関東平野の自然条件及び二次林利用の特徴

関東平野は日本で最も広い平野であるが，江戸時代からの人口増加による農地の拡大，木材の利用等により大きく自然環境が変化してきた。関東平野の南側に位置する東京（新宿区）の年平均降水量は1,529mmで，月平均気温は１月が最低で5.2℃，８月が最高で26.4℃となっている。暖かさ指数は121であり，潜在植生は照葉樹林帯（常緑樹林帯）に属する。また，所沢キャンパスが位置する狭山丘陵は東京都多摩地方から埼玉県にかけて東西に広がる約3,500haの高台である（最高地点の標高は194m）（詳細は竹内・東出，2019）。狭山丘陵の南西部に位置する所沢市では年平均降水量は1,482mmで，月平均気温は１月が最低で3.6℃，８月が最高で25.8℃となっている。暖かさ指数は113であり，東京（新宿区）周辺よりわずかに低いが，潜在植生は同様に照葉樹林帯（常緑樹林帯）に属する。つまり，関東平野においては一帯で潜在植生が照葉樹林帯（常緑樹林帯）になる。

関東平野には利根川，荒川，多摩川といった平野を横断する河川があり，それらが不定期に氾濫することから植生に影響を与えてきた歴史がある。例えば，荒川は江戸時代の1629年に利根川と分離されるまでは荒れる川として知られており，それ以降でも直近では1910年（明治43年）には荒川の左岸に位置する埼玉県川口市から戸田市の一帯，そして荒川の右岸に位置する川越市の中央部までを浸水させている。こうした河川氾濫は結果として植生遷移を停滞させ，遷移途中のコナラ林を維持させてきたという指摘もある（中静，2004）。ただし，こうした河川氾濫の直接的な影響は標高20m以下に及んでおり，狭山丘陵のような標高50mを超える場所には歴史的にも及んでいないと考えるのが妥当だろう。

土地使用としては，農業が最も影響を及ぼしてきた。関東平野は関東ローム層に覆われ，水はけが悪く農業に適していないことがよく知られている。そうした中，土地生産性を高める方法として活用されたのが二次林内の落葉落枝であり，それらを堆肥化

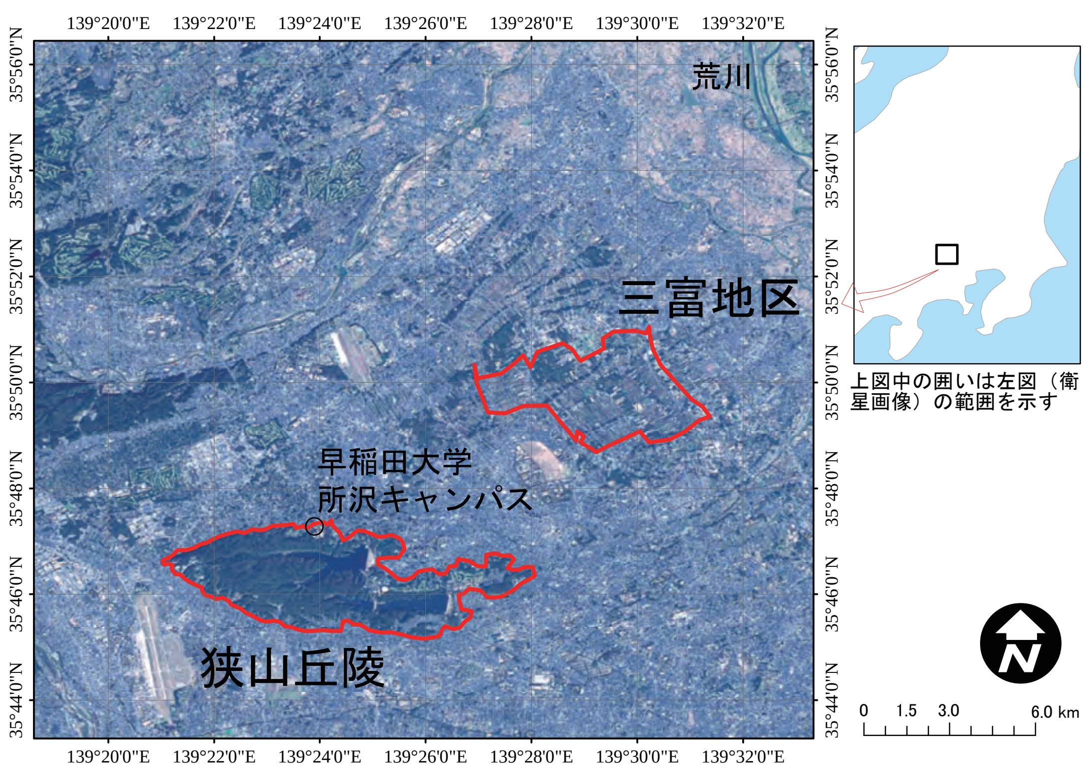

図１　狭山丘陵に位置する所沢キャンパスと近隣の三富地区の位置

注：衛星画像は国土地理院（2019）が公開している電子国土基本図（オルソ画像）を用いた。なお，図中の狭山丘陵と三富地区の境界線は，一般的に知られている範囲とした。

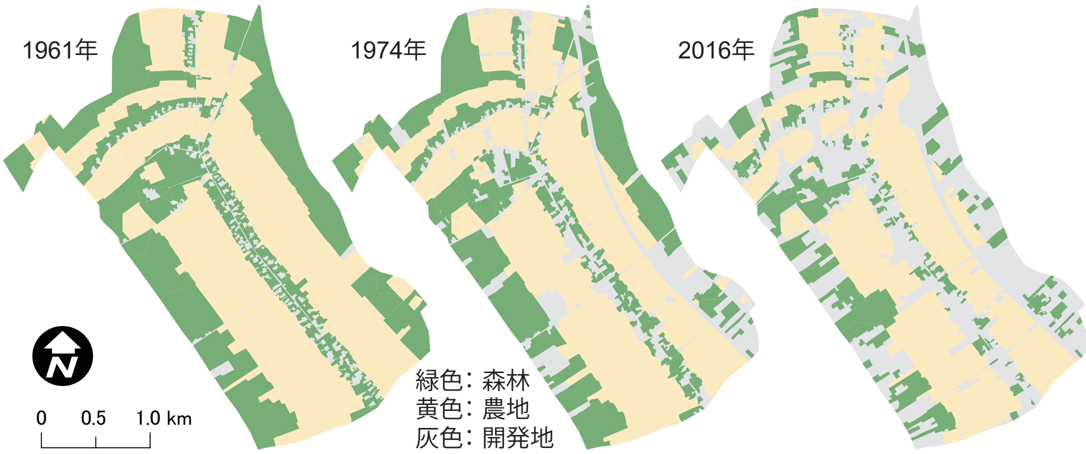

図２　三富地区のうち上富地区における土地利用の変遷
注：1961年には森林が連続（帯状）していたが，2016年には森林が分断されパッチ状になった。また，南北に関越自動車道が整備され，野生動物の東西移動が制限されるようになった。

することが江戸期以降の人口増加を扶養してきた。所沢キャンパスからも近い三富地区は所沢市と三芳町を中心にした約1,400haを指すが（図１），この地区では農地，二次林，そして宅地が隣接するように地割がなされ，二次林からの落葉落枝を農地に投入することで「川越いも」ブランドで知られるサツマイモの生産効率を向上させてきた。こうした農用林としての価値も，結果として二次林を維持する要因になっていた（図２）。

さらに古くさかのぼれば，紀元前6,500年頃に縄文海進と呼ばれる間氷期が終了し，日本列島ではその後に現在とほぼ同じような潜在植生の分布になった（高原，2011）。関東平野におけるコナラは，人間活動（農業生産等）が進むにつれて拡大・優占するようになったが，それより前の約6,500年前には一帯に分布していたことが花粉解析等から明らかになっている（内山，1998）。当時の気候は温暖期にあたり，潜在植生としては関東平野において照葉樹林（常緑広葉樹林）が優占したことが考えられる。しかし，関東平野では既に落葉樹であるコナラが分布しており，それが現在までの約6,500年間にわたり継続していたことになる。以上を踏まえると，コナラは潜在植生ではないかという疑問がわくが，そうなるとコナラの分布が人間活動と密接な関係にあったとの多くの既存研究（代償植生であるとの研究）との矛盾が生じることになる。このため，次節以降では関東平野におけるコナラが潜在植生なのか，もしくは代償植生なのかを既存研究に基づき考察し，とくに上述した河川氾濫（自然撹乱）の影響を除外して考察できる狭山丘陵を対象に，継続的に分布・優占してきたコナラの特徴，及びコナラ二次林の変化について整理した。

3　コナラ二次林の成り立ちーコナラは潜在植生か代償植生かー

辻（1983）が花粉分析等により取りまとめた結果によれば，関東平野におけるコナラ二次林の成り立ち及びその動態は以下の通りに整理できる。

１）完新世（約10千年前から現在まで）の植生としては，まずハンノキ属（Alnus属）やカバノキ属（Betula属）といった渓畔林を構成する樹種が繁栄した，２）その後，気温の上昇にともなってマツ属（Pinus属）やトウヒ属（Picea属）等の針葉樹が急速に衰退し，それらの跡地で先駆的な樹種に移り変わった，３）そして，コナラ属（Quercus属）の繁栄期に移行し，約7,500年前には現在の神奈川県南部で照葉樹林が成立しはじめたが，照葉樹林は暖温帯気候下の全ての地域に分布域を拡大せず，狭山丘陵を含めた武蔵野台地や大宮台地ではコナラ属が繁栄し続けた。一部にはエノキ（Celtis sinensis）やクリ（Castanea crenata）といった「中間帯」に分布する樹種も含まれていたが，コナラ属が繁栄し続けたことは現在の大宮市にある寿能遺跡の材化石の調査からも裏付けられている（一部を改変）。

以上，関東平野では人間活動が活発でなかった完新世の初期段階においてもコナラ属が分布していたということであり（一部の照葉樹林の優占域を除く），潜在植生としての特徴を完全に否定することはできない（照葉樹林が潜在植生だと判断する強い材料がない）。つまり，完新世では一部で照葉樹林が分布域を拡大させたものの，コナラ属で構成される森林にとどまる地域も少なくなかったことになるが，それは冬期の気温（冬期間の耐寒性）が関係している可能性がある。この点からは，コナラの生理生態をさらに特定することに加え，今後のコナラ属の分布域が気候変動にどのような影響を受けるかが研究課題として重要になることを示唆している。

4　コナラ二次林の利用ー現在のコナラ二次林の特徴ー

前節では，コナラの長期間にわたる動態に触れたが，本節では少なくとも直近300年間にわたり洪水等の自然撹乱の影響を受けていないコナラ二次林を対象とし，人為撹乱（人間による二次林利用・保全）がどの程度の影響を与えているかを，既存研究の分析及び狭山丘陵に位置する所沢キャンパス周辺での調査結果に基づき整理した。

4.1　二次林の構成樹種への人間活動の影響

武蔵野台地に分布するコナラ二次林については，奥富・辻・星野（1976）がコナラ-クヌギ（*Q. acutissima*）群集の変群集として群落分類学的な位置付けをしている。所沢キャンパスの周辺や三富地区においても，同様の群落が広がっており，コナラの優占度が極めて大きい。さらに，奥富他（1976）はコナラ-クヌギ群集の変群集レベルでの種組成の差異が，人間活動（二次林の管理）の有無とよく対応していることを報告している。これは所沢キャンパス周辺や三富地区でも顕著であり，コナラが優占する中でクヌギが土地境界を示す目的で植栽されている場合や，恣意的にクヌギだけが残されている（選択的な植栽もしくは伐採がなされた）二次林もある。また，従来からのコナラ二次林の利用方法である落葉落枝の収集については，現在では芝刈り機や刈り払い機を用いた下草刈り（全面刈り取り）がなされた後に行われるが，この方法ではコナラ稚樹が同時に刈り払われ，結果として更新が阻害されている可能性が高い。一方，以前は下草刈りにカマ（人力による）が使われており，二次林の構成樹種が恣意的に管理されていたことが分かっている。

このように，人間活動には程度の違いがあるため定量的な分析は難しいが，少なくとも二次林におけるコナラもしくは他の樹種の優占度は人間活動によって決定付けられている（いた）ことは明らかである。

4.2　人間活動の変化による二次林構造の変化

上述した通り，コナラ二次林は1960年代までは薪炭林としての利用のために十数年間のサイクルで伐採され，切株からの萌芽更新がなされてきた。しかし，1970年代以降は定期的な伐採がなされなくなり，結果として二次林のバイオマスが大きくなるとともに平均林冠高が高くなり（図３），地域景観を変化させるに至っている。加えて，継続的に落葉堆肥農法

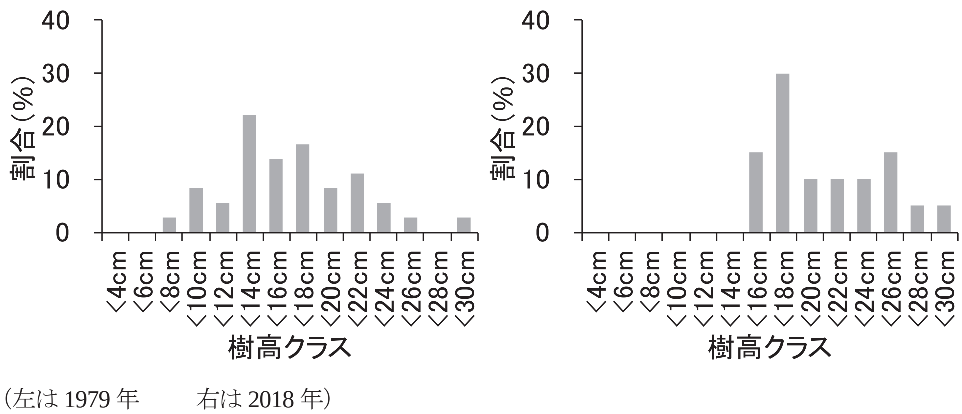

図３　所沢キャンパスB地区における二次林の林冠高の変化

注：1979年から2018年にかけて樹高15cm以下（主に小径木）がなくなり，樹高15m以上（主に大径木）だけが分布するようになった。

がなされずに非管理にある二次林も増加傾向にある。

落葉堆肥農法との関係では，林床管理が下層植生に及ぼす影響について，中島・鈴木・亀山（2016）はアズマネザサを刈り取ること（林床の光環境の変化）が必ずしも一様の結果をもたらさず，地形条件等も合わせる必要性を指摘し，中島・寺岡・鈴木（2018）は林床の光環境の変化が林床植生の着花量（すなわち有性繁殖個体）にも影響するとした。また，二次林の環境条件についての分析からは，コナラのような陽樹は光環境の悪化に伴い稚樹の生残率を低下させていることが指摘されている（寺井，2007）。また，松浦・東・小林（2004）は狭山丘陵において伐採の程度により下層植生が異なることを明らかにし，草本であるアズマネザサと木本のヒサカキ（*Eurya japonica*）がそれぞれ谷頭凹地と斜面で優占する傾向にあると報告した。こうした微地形と林床植生の選好性は狭山丘陵だけではなく，奈良県での観察からも報告されている（田端・白井・奥村・阿部，2017）。

以上より，二次林は種構成だけではなく，三次元構造でも大きく人間活動に依存していることが明らかである。そして，光環境や微地形の違いには程度があるものの，現在のコナラ二次林の物理的環境が，コナラの更新にとって不向きになりつつあることは既存研究からも明らかである。

4.3　二次林内の生物間相互作用

こうしたコナラ二次林の種構成及び構造に関係するものとしては生物間相互作用も挙げられる。Yamazaki，Iwamoto，& Seiwa（2008）と今埜・清和（2011年）は，コナラでは母樹からの距離に応じて稚樹の生残率が下がるというJanzen-Connellモデル（Janzen，1970）とは異なる傾向にあることを明らかにした。これは二次林を構成する樹種の中でもコナラの特異性を新たに示したもので，母樹からの負の影響（病虫害等）を受けずにいること，さらに陽樹として知られるコナラが母樹の直下で光環境が悪化した場合でも高い生残率を示すことを示唆しており，耐陰性が高いシラカシ（*Q. myrsinifolia*）等が進出しても優占し続ける可能性があることにも関係する。小林（2019）は，所沢キャンパスB地区での観察結果から，コナラ稚樹の生残率が菌根菌との生物間相互作用に関係しているとの可能性を示した。今後，陽樹であるコナラがより耐陰性の高い樹種に遷移しない理由については，菌根菌との生物間相互作用に加えて，種子散布における鳥類や小型哺乳類との関係も含めて継続観察していくことが求められる。

5　今後のコナラ二次林の管理方法

二次林については従来通りの保全を求める声があるものの，合計約８百万haを占める二次林の全てを従来通りに人為圧力（影響）下にすることは現実的ではない。ただし，二次林が短期間に大きく変化することは，薪炭材や堆肥生産といった物質生産という側面だけではなく，地域の文化形成にまで深く関係している景観の変化という間接的な影響もある。このため，二次林における人間活動の程度が著しく低下した現在においては，人間活動（農業といった直接的な利用）だけに関係する二次林保全のあり方は適切ではなく，例えば恒川（2011）が分析しているように，現在の社会経済の実情に沿った二次林保全のあり方が求められる。

5.1　二次林の管理主体の変化

二次林への新たな管理主体の参加という視点では，木質バイオマスのエネルギー供給源としての評価も進められている（寺田・横張・田中，2007）。従来の薪炭材の収集ではなく，発電用もしくは熱利用を目的とした木材収集のことであり，住宅地に隣接する二次林は運搬コストを低く抑えられる等の利点もある。ただし，伐採・搬出するには一定規模の面積が必要であるし，何より伐採が一時的に広く景観を変えてしまうことが社会に受容されるかが懸念される。バイオマス利用の意義を普及することと，それによる二次林利用のポテンシャルを分析することが求められる。

また，参加型の森林管理という側面から，環境教育の場としての効果等についても二次林は注目される。三富地区では首都圏の会社員によるボランティア（冬期間の落葉掃き）への参加が拡大しており，二次林管理が新たな主体により行われている。こうした新たな主体の参加が二次林保全にどの程度まで寄与できるかが重要であり，こちらもポテンシャル分析が求められる。

表１．生物多様性・里地里山に対する認知度と支払い意志額（世帯当たりの年間支払い意志額）の関係（環境省，2016）

	生物多様性という言葉を知っているか		里地里山という言葉を知っているか		全体
	知っている	知らない	知っている	知らない	
有効回答数	167	145	99	213	312
中央値	1,705 円	1,123 円	2,021 円	1,193 円	1,411 円
平均値	2,981 円	2,286 円	3,345 円	2,359 円	2,657 円

5.2　二次林管理への資源導入

生態系サービスもしくは環境への支払いに関しては，二次林管理への新たな資源導入を後押しする効果が期待される。従来は農林業の一貫だった二次林管理について，新たな目的により従来の管理と同じ効果を及ぼすことである。生態系といった非利用価値が評価可能な仮想評価法（CVM）は，従来では評価が困難とされていた森林生態系が有する社会的価値を表明できる手法であるが，この手法によって求められた生物多様性・里地里山に対する支払い意志額の結果が，年間2,657円/世帯と評価されている（表１）。CVMを適用することの妥当性については，CVMのバイアス影響を検証した結果として，環境政策への適用にあたっての信頼性が報告されており（栗山・北畠・大島，1999），既に富士山への入山料の任意徴収といった支払い先行例もある。こうした新たな資源導入により森林所有者以外からの二次林管理への参加が進むことは，生態系サービスの受益者による支払いとして矛盾しないものであり，こうした支払いを具現化していくためには，それを含めた二次林管理の新たなスキーム構築が重要になるだろう。

6　研究面からのコナラ二次林へのインプット

最後に，コナラの特性を踏まえた二次林管理を自然科学的にどう位置付けるかについて述べる。二次林が放棄されることで動植物の棲家が変化するが（高岡，2013； 松本，2017），それは中型・小型の哺乳類によるコナラの種子散布にも影響するだろう。上述した菌根菌との関係は更なる掘り下げが必要であるし，パッチ化が進むコナラ林の更新も中長期的な観察が求められる。地域別にコナラ林の群落体系を分析した例（鈴木，2001）もあるが，コナラ二次林の大径木化（高齢化）（伊藤，2013）及びパッチ化（中静・飯田，1996）が今後にどの程度の期間にわたり継続するのか（コナラの寿命に関係する），そしてアズマネザサの繁茂が耐陰性の高いシラカシ等の更新も阻害しているのか（結果としてコナラの優占を延長させている）についても，長期的視点からの観察が必要になるし，これらには知見が十分に蓄積され

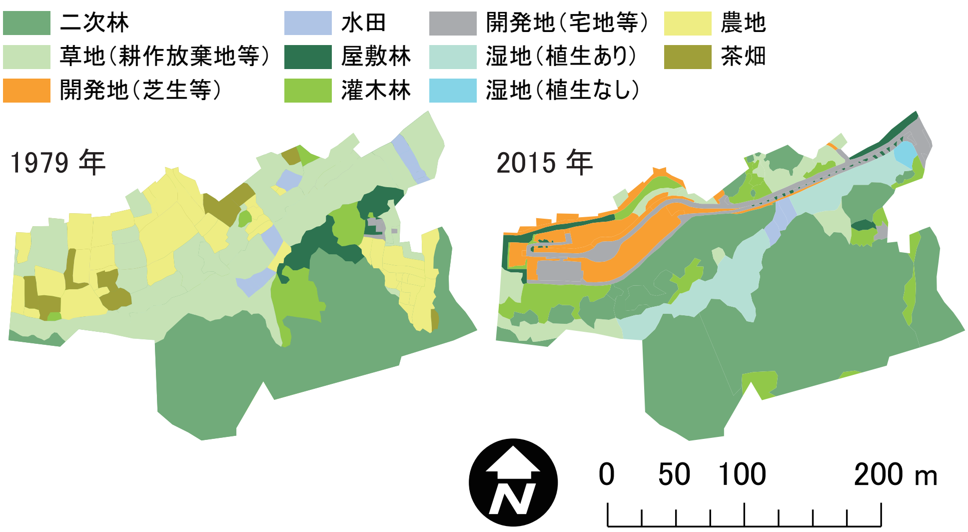

図４　早稲田大学所沢キャンパスB地区の土地被覆の変化
注：所沢キャンパスB地区の北側には研究棟とそれへのアクセス道路が整備され大きな変化があった。南側のコナラ二次林は図２の通り平均林冠高が高くなったが，樹種構成には大きな変化が確認されていない。

ていないことから，更なる研究が求められる。

所沢キャンパスのうちとくにB地区は，関東平野に分布するコナラ二次林の典型的な場所である。同時に平地だけではなく斜面に立地したコナラ二次林も分布することから，異なる環境下でのコナラ二次林の観察を可能にしている。B地区では落葉広葉樹林からの遷移は確認されていないものの（図４），一部のコナラ二次林に常緑広葉樹（以前の屋敷林に分布）が侵入しつつある。そうした中で，B地区では今後の常緑広葉樹の分布域の拡大，そしてその要因特定のためのデータ蓄積及び分析が可能であり，長期的視点にたったコナラ二次林の保全計画への成果提供が期待される。

今後の二次林管理（里山保全）を考えるにあたっては，コナラ二次林の特性を明らかにするためのデータ蓄積を継続していくことに加えて，新たな管理主体もしくは資源の導入・活用によるスキーム構築が重要となる。所沢キャンパス及びその周辺は，両面に取り組むことができる貴重な里地里山の試験地でもある。今後，国内に広く分布するコナラ二次林のあり方（保全計画）を検討するにあたり，包括的な視点からの研究成果が期待される。

謝辞

本研究は早稲田大学自然環境調査室との共同研究として進めた。広く意見交換を行った竹内大悟氏と東出大志氏（早稲田大学自然環境調査室）に、感謝申し上げる。

引用文献

藤村忠志（1993）．多摩丘陵における農用林的利用衰退による二次林の植生変化．*造園雑誌*, 57（5）, 211–216.

福島司（編）（2017）．図説 日本の植生（第2版）．朝倉書店．

浜端悦治（1980）．都市化に伴う武蔵野平地部二次林の草本層種組成の変化．*日本生態学会誌*，**30**（4），347–358.

本多静六（1912）．改正日本森林植物帯論 -本多造林学前論の三-．三浦書店．

星野義延（1996）．日本の雑木林の分類と分布．In 亀山章（編）．雑木林の植生管理．ソフトサイエンス社．pp25–39.

Iida, S., & Nakashizuka, T. (1995). Forest fragmentation and its effect on species diversity in sub-urban coppice forests in Japan. *Forest Ecology and Management*. **73** (1-3), 197-210.

今埜実希・清和研二（2011）．Janzen-Connell モデルの成立要因の検討（＜特集＞菌類・植食者との相互作用が作り出す森林の種多様性）．*日本生態学会誌*，**61**（3），319-328.

伊東宏樹（2013）．前回の萌芽更新から64年を経過したコナラ二次林の萌芽試験．*森林総合研究所研究報告*，**12**（2），105-109.

Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, **104** (940), 501-528.

鎌田磨人・中越信和（1990）．農村周辺の1960年代以降における二次植生の分布構造とその変遷．*日本生態学会誌*，**40**（3），137-150.

亀山章（編）（1996）．雑木林の植生管理．ソフトサイエンス社．

環境省（2016）．里地里山の生物多様性の経済的価値の評価の詳細について．環境省<https://www.env.go.jp/press/102332.html>（2019年４月30日）

吉良竜夫（1948）．温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて -日本の高冷地の合理的利用のために-．*寒地農学*，**2**，143-173.

小林真由人（2019）．コナラ（*Quercus serrata*）の菌根菌との共生がその成長に与えている影響の評価．2018年度早稲田大学人間科学部卒業研究．

国土地理院（2019）．電子国土基本図（オルソ画像）（Arc GIS Desktopへのアドインデータ）．国土地理院<http://geolib.gsi.go.jp/node/2377>（2019年 4月30日）

栗山浩一・北畠能房・大島康行（1999）．CVMによる「屋久島」の価値評価とその信頼性―パイロットとファイナルサーベイの比較―．*林業経済研究*，**45**（1），45-50.

松本和馬（2017）．里山林の植生管理が昆虫類の生物多様性に及ぼす影響．*環動昆*，**28**（1），27-34.

松浦光明・東季実子・小林達明（2004）．狭山丘陵のコナラ二次林における伐採・下刈管理と草本層種組成の関係．*日本緑化工学会誌*，**30**（1），121-126.

松浦光明・小林達明・有田ゆり子（2002）．大径木化し

たコナラ二次林の萌芽更新規定要因．*日本緑化工学会誌*，**28**（1），155-120.

峰岸松三（1996）．雑木林の歴史と文化．In 亀山章（編）．雑木林の植生管理．ソフトサイエンス社．pp 194-205.

宮本麻子（2010）．森林機能評価に関する研究の展開と森林計画の側面から見た課題．*森林計画学会誌*，**44**（2），41-52.

中島宏昭・鈴木貢次郎・亀山慶晃（2016）．アズマネザサの刈り取りが放棄二次林の林床植生に与える影響．*保全生態学研究*，**21**（1），51-60.

中島宏昭・寺岡睦実・鈴木貢次郎（2018）．二次林下におけるアズマネザサの刈り取りがヤブランとジャノヒゲの生育・着花に及ぼす影響．*ランドスケープ研究*，**81**（5），479-484.

中静透（2003）．冷温帯林の背腹性と中間温帯論．*植生史研究*，**11**（2），39-43.

中静透（2004）．日本の森林/多様性の生物学シリーズ①森のスケッチ．東海大学出版.

中静透・飯田滋生（1996）．雑木林の種多様性．In 亀山章(編)．雑木林の植生管理．ソフトサイエンス社．pp17-24.

野崎玲児・奥富清（1990）．東日本における中間温帯性自然林の地理的分布とその森林帯的位置づけ．*日本生態学会誌*，**40**（2），57-69.

沖津進（2014）．多摩地区を中心とした東京における緑地環境の変化と管理．*地学雑誌*，**123**（2），211-222.

奥富清・辻誠治・星野義延（1976）．南関東の二次林植生-コナラ林を中心として．*東京農工大学演習林報告*，**12**，55-66.

斉藤修（2002）．シイタケ原木需要実態と原木林伐採面積について．*菌蕈*，**48**（5），18-29.

斉藤修（2004）．北関東におけるシイタケ生産のためのコナラ林利用の変遷と今後の見通し．*日本林学会誌*，**86**（1），12-19.

鈴木伸一(2001)．日本におけるコナラ林の群落体系．*植生学会誌*，**18**（2），61-74.

田端敬三・白井佑季・奥村博司・阿部進（2017）．奈良県近郊のコナラ二次林における主要樹種の立地選好性．*日本緑化工学会誌*，**42**（3），437-443.

高原光（2011）．日本列島とその周辺域における最終間氷期以降の植生史．In 湯本貴和・村上哲明・高原光（編）．環境史をとらえる技法．文一総合出版．pp15-43.

高岡貞夫（2013）．過去百年間における都市化にともなう東京の生物相の変化．*地学雑誌*，**122**（6），1020-1038.

竹内大悟・東出大志（2019）．狭山丘陵の谷戸環境における湿地植生と水位変動の関係および湿地保全の取り組み－早稲田大学所沢キャンパスB地区の事例から－．*人間科学研究*，**32**（2）．205-216.

田中伸彦（2011）．1980 年代から 1990 年代に着手されたわが国林学における観光レクリエーション研究．*日本森林学会誌*，**93**（3），143-156.

寺井学（2007）．40年以上伐採されなかったコナラ二次林の林床植生の種多様性保全に関する事例的研究．*ランドスケープ研究*，**70**（5），435-438.

寺田徹・横張真・田中伸彦（2007）．バイオマスエネルギーの活用からみた平地林管理シナリオの評価．*ランドスケープ研究*，**70**（5），673-676.

辻誠一郎（1983）．下末吉期以降の植生変遷と気候変化．*アーバンクボタ*，No.21，44-47.

恒川篤史(2001)．里山における戦略的な管理． In 竹内和彦・鷲谷いずみ・恒川篤史（編）．里山の環境学．東京大学出版会．pp204-218.

植田明浩・小野寺浩（2004）．里地里山と生物多様性．*農村研究*，**98**，25-33.

内山隆（1998）．関東地方の植生史．In 安田喜憲・三好教夫(編)．図説日本植生史．朝倉書店．pp 73-91.

養父志乃夫（1996）．林床管理と密度管理．In 亀山章（編）．雑木林の植生管理．ソフトサイエンス社．pp159-183.

山本勝利・趙賢一・大塚生美・福留晴子・加藤好武・大久保悟（1999）．比企丘陵における里山林の構造と変化が林床植物に及ぼす影響．*ランドスケープ研究*，**63**（5），765-770.

Yamazaki, M., Iwamoto, S., & Seiwa, K. (2008). Distance- and density-dependent seedling mortality caused by several diseases in eight tree species co-occurring in a temperate forest. In: Van der Valk A.G. (eds). Forest Ecology -Recent Advances in Plant Ecology-. Springer, pp181-196.

吉村妙子・野田英志・田中亘・細田和男（2005）．自治体における里山林の保全・管理・利用実態（II）－関東地方の区市町村を対象としたアンケート調査から－．*森林総合研究所研究報告*，**4**（4），297-302.