

## 速報

熊本県菊池市における里山クヌギ林の林床植生への土地利用履歴の影響<sup>\*1</sup>小此木宏明<sup>\*2</sup> ・ 福田健二<sup>\*2</sup>

小此木宏明・福田健二：熊本県菊池市における里山クヌギ林の林床植生への土地利用履歴の影響 九州森林研究 63：81-84, 2010 熊本県菊池市の山間部にはクヌギ林が広範囲に見られる。それらのクヌギ林は、薪炭、シイタケ原木として利用されてきた林分のほか、草地利用の低下に伴いクヌギ林化された林分、耕作放棄後にクヌギ林化された林分など、過去の土地利用は様々である。現在は多くの林分においてシイタケ原木生産を目的として、下刈りなどの継続的管理が行われているが、クヌギ林の下層植生の多様性には、現在の管理のほか、過去の土地利用が影響を与えているものと予想される。本研究では土地利用履歴の異なるクヌギ林31プロットを対象とし、林床植物の植生調査と環境要因の調査を実施し、過去の土地利用と現在の林床植生の関係について検討した。DCA解析の結果、Axis 1上で各林分は土地利用履歴ごとに序列化され、土地利用履歴が現在の植生に影響を及ぼしていることが明らかとなった。またネザサの繁茂が、植物種多様性低下の要因になっていることが明らかとなった。

キーワード：クヌギ林、植物種の多様性、土地利用履歴

## I. はじめに

日本の農山村における森林は、用材林、薪炭林、採草地などとして農林業に広く利用されてきた。しかし、現在では森林の経済的有用性の低下、過疎化に伴う人手不足などから管理放棄され、ネザサ (*Pleioblastus chino* (Franch. et Sav.) Makino var. *viridis* (Makino) S. Suzuki) などの繁茂に伴い、林床植生の多様性が低下した森林が増えてきている (Iida and Nakashizuka, 1995; 長池, 2002)。人間が管理することにより成り立ってきた二次的自然の多様性が低下することは、生物多様性国家戦略における第2の危機 (人間活動の縮小による危機) として問題となりつつあり、保全に向けた研究が必要である。

林床植生は「微地形」、「過去の土地利用」、「現在の管理」、それらに伴って生じる光環境、土壌水分などの様々な無機環境要因の影響の下に成立している。特に、古くから人間の手が入り管理されてきた、いわゆる「里山」といわれるような農用林においては、これらの要素全てが森林生態系の成立に影響している。そのため、今後、農山村地域における生物多様性を維持するためには、人間活動の変化がこれらの要因に与える影響を把握し、その変化が植生に与える影響を明らかにすることが必要である。

二次的自然における生物多様性の研究は、人為的管理の面からのアプローチ (Kitazawa and Ohsawa, 2001; 飯山ほか, 2002; 加藤・谷地, 2003)、微地形からのアプローチ (大久保ほか, 2003; Okubo *et al.*, 2005) が数多くなされている。

一方、Verheyen *et al.* (2003a; 2003b) や Bellemare *et al.* (2002)、Fraterrigo *et al.* (2006) では過去の林野利用が現在の林床植生に影響を与えているとし、山本ほか (2000) や Ito *et al.* (2004) は、過去の土地利用により林床植生に違いがあることから、土地利用

履歴を考慮した管理が必要であるとしている。農山村地域における里山の歴史の変遷は、都市近郊の里山と比較し資料が少なく、詳細な変遷を把握することは難しいとされてきた (後藤ほか, 2003)。しかし、農山村地域における里山の土地利用の変化は第二次世界大戦後の1960年代以降に起こっている場合が多く (鎌田・中越, 1990; 後藤ほか, 2003)、空中写真の利用、聞き取り調査などを通じてある程度明らかにできるものと期待される。

そこで本研究では、熊本県菊池市のクヌギ林を対象とし、第二次世界大戦後の土地利用変化の違いが、現在の森林林床植生、無機環境要因に及ぼしている影響を明らかにすることを目的とした。

## II. 調査地

調査地である熊本県菊池市の水源地区 (図-1, 標高130m - 480m) の森林は、九州の他地域と同様にスギ・ヒノキ人工林が多くを占める一方、かつては薪炭材、現在はシイタケの原木として利用されてきたクヌギの人工林、二次林が多いことが特徴的である。この地域でも日本の他の農山村と同じように、過疎化、高齢化が進んでおり、森林の荒廃が進んでいる。一方で、住民の森林に対する関心は高く、グリーンツーリズムなどにより地域の活性化を行おうという取り組みも行われ始めている。しかし、地域の生物多様性を保全するために管理すべき林分の選定基準や、適切な管理方法は明らかとなっていない。

また本調査地には、1970年代以降、草地利用低下に伴いクヌギ林に変化した土地も存在し、そこではかつて草地に生育していた植物が現存し、特徴的な植生をなしている。熊本開発研究センター (1976) は、自然林面積の非常に少ない熊本県西部において、代償植生であるクヌギーコナラ群落や、クヌギ人工林は環境保全

<sup>\*1</sup> Okonogi, H. and Fukuda, K.: Effects of previous land-use on the herbaceous vegetation of kunugi (*Quercus acutissima*) stands in Kikuchi city, Kumamoto prefecture.

<sup>\*2</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科 Graduate school of frontier sciences, University of Tokyo, Chiba 277-8563

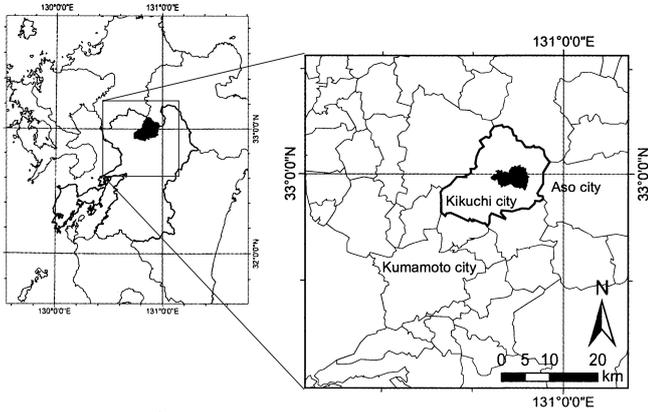


図-1. 調査地

機能を大いに果たすものであるとしている。

### Ⅲ. 方法

#### 1. 野外調査

調査対象地のクスギ林分において全45プロットを設置し、2008年10月の調査では40プロット、2009年4月の調査では45プロットで調査を実施した。今回はそのうち、2回とも調査を行うことができ、かつ皆伐など大きな変更のなかった31プロットを解析に利用した。

それぞれのプロットにおいて林縁から1～5mの距離をおき、10m×10mのコドラートを設置した。設置したコドラートにおいて、高さ130cm未満の植物の種名、最大自然高、被度を記録した。また、環境要因等については、傾斜角、傾斜方位、標高、開空度（地上高60cmにおける全天写真（D300, Nikon, 東京；4.5mm CIRCULAR FISHEYE, SIGMA, 東京）から算出）、土壌水分（Hydrosense, Campbell Science, Inc, USA）、高さ130cm以上の樹木の平均胸高直径、平均樹高、本数密度を記録した。また2009年4月には各プロットから採土管及びサンプル袋により土壌を採取し、土壌三相（DIK-1130, 大起理化学工業、埼玉県）、pH（pHメーターB-212, HORIBA, 京都府）、硝酸イオン濃度（硝酸イオンメーターB-342, HORIBA, 京都府）を測定した。それぞれの調査プロットの位置はGPS（GPSMAP 60CSx, Garmin, USA）により記録した。

#### 2. 過去の土地利用の調査

GPSにより記録した各プロットをArcGIS Ver. 9.2 (Esri, Inc, USA) 上に表示し、1947年、1967年、1976年、1986年、1992年の空中写真と重ねることで土地利用の履歴を明らかにした。今回の解析では、1) 耕作地起源 (CF, n = 5) : 1986年以前は耕作地だった林分、2) 耕作地周辺の小規模林地および小規模草地起源 (MC, n = 8) : 1947年当時から林地、草地だった林分、3) 大規模草地起源 (LM, n = 18) : 1986年以前は大規模な刈取草地として利用されていた林分、の3分類とした。また、熊本県の森林計画図をもとに、各林分の面積、周囲長を算出した。

#### 3. 解析

全コドラートの種組成の相対優占度データをPC-ORD Ver. 5.18 (MjM Software, USA) を用い、クラスター解析

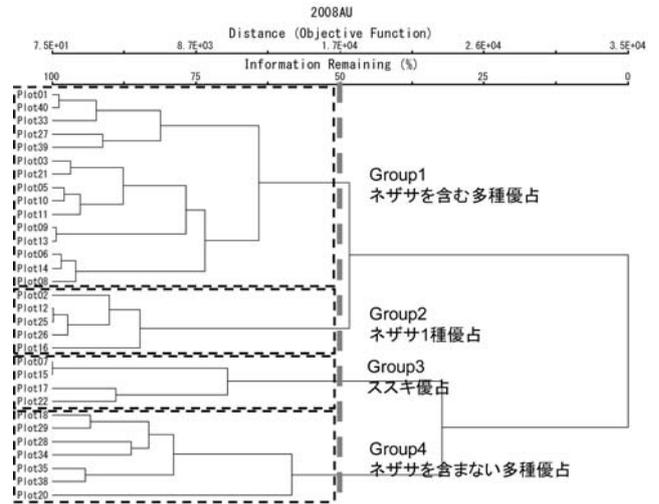


図-2. 2008年10月調査のクラスター解析の結果

(Euclidian, Ward's Method) により分類した。また同様のデータを用い、DCA解析による全コドラート及び出現種の序列化を行った。

種の多様性についてはShannonの多様度指数  $H' = -\sum p_i \log p_i$ 、優占種判定については優占構成種法 (Ohsawa, 1984) によった。開空度は撮影した全天写真をもとにLia32 (山本, 2003) により算出した。また各データの相関などの解析にはJMP Ver. 8.0 (SAS Institute, USA) を用いた。

### Ⅳ. 結果

#### 1. 2008年10月調査（秋調査）

2008年秋の植生のクラスター解析の結果を図-2に示す。類似度50%で分類したところ、4つのグループ (Group 1 ; ネザサを含む多種優占, Group 2 ; ネザサ1種優占, Group 3 ; ススキ優占, Group 4 ; ネザサ以外の多種優占) に分類された。

DCA解析の結果をクラスター解析と土地利用判別ごとにグループに区分して図-3に示す。Axis1, Axis2と環境要因として調査した結果との相関関係を表-1に示す。Axis1, 2ともに優占種数、 $H'$ と正の相関があり、Axis1と標高に負の相関、Axis2と種数に正の相関があった。またAxis1, 2ともにネザサの相対優占度と負の相関があった。

#### 2. 2009年4月調査（春調査）

2009年春の植生のクラスター解析の結果を図-4に示す。類似度50%でグループに分類したところ、3つのグループ (Group 1 ; ネザサを含む多種優占, Group 2 ; ネザサ以外の多種優占, Group 3 ; ネザサ1種優占) に分類された。

DCA解析の結果をクラスター解析と過去の土地利用判別ごとに区分して図-5に示す。Axis1, 2と環境要因として調査した結果との相関関係を表-2に示す。Axis1と樹高、樹木密度、優占種数、土壌pH、種数、 $H'$ と正の相関、土壌水分、標高、林分面積、林分周囲長、開空度と負の相関があった。またAxis1, 2とネザサの相対優占度と負の相関があった。

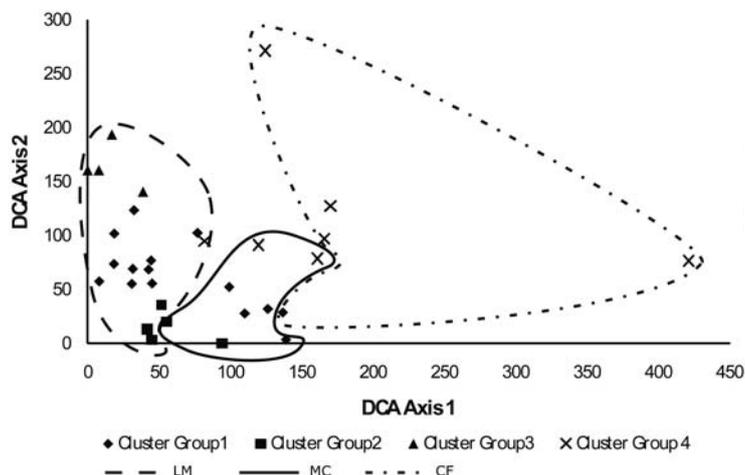


図-3. 2008年10月調査のDCA解析の結果  
図中の各点はクラスター解析のグループ、枠線は土地利用履歴を示している。

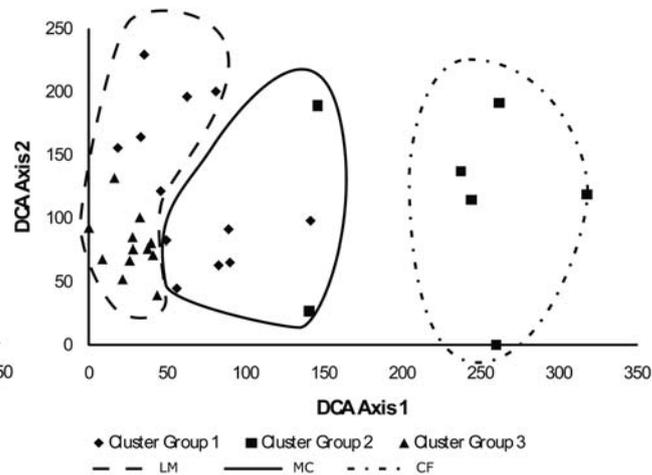


図-5. 2009年4月調査のDCA解析の結果  
図中の各点はクラスター解析のグループ、枠線は土地利用履歴を示している。

表-1. 2008年10月調査のDCA軸と環境要因との相関

環境要因	Axis1	Axis2	環境要因	Axis1	Axis2
標高	-0.6265 *	0.0560	周囲長	-0.2632	-0.1177
開空度	-0.0510	-0.1256	ShannonH'	0.3826 *	0.3665 *
土壌水分	-0.2012	0.0293	優占種数	0.3745 *	0.4107 *
平均胸高直径	0.0690	0.0067	出現種数	0.1711	0.4805 *
平均樹高	0.2808	-0.1247	ネザサの 相対優占度	-0.3658 *	-0.7212 *
樹木密度	0.2790	0.2712			
林分面積	-0.3262	0.0006			

\*:  $p < 0.05$

表-2. 2009年4月調査のDCA軸と環境要因との相関

環境要因	Axis 1	Axis 2	環境要因	Axis 1	Axis 2
標高	-0.7062 *	0.1180	硝酸イオン濃度	0.1918	0.0199
開空度	-0.4492 *	-0.0069	pH	0.5568 *	-0.1476
土壌水分	-0.7560 *	0.0677	ShannonH'	0.5902 *	0.2963
平均胸高直径	0.3011	-0.1597	優占種数	0.5614 *	0.3217
平均樹高	0.5137 *	-0.3555	出現種数	0.5843	0.0776
樹木密度	0.4031 *	-0.0396	ネザサの 相対優占度	-0.7896 *	-0.4930 *
林分面積	-0.4307 *	0.2310			
周囲長	-0.3865 *	0.1298			

\*:  $p < 0.05$

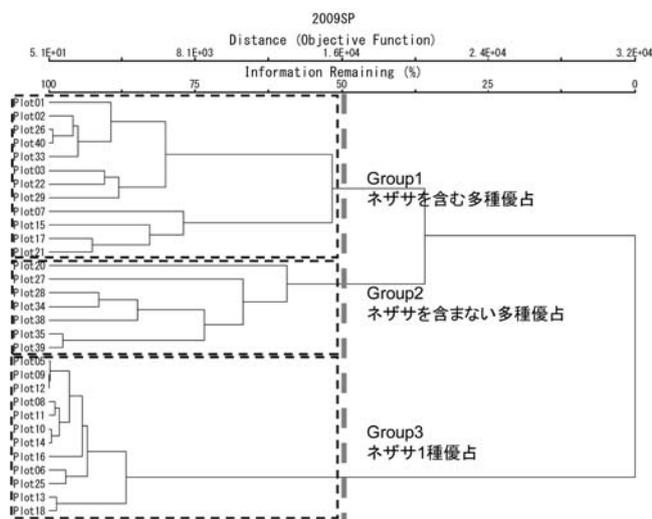


図-4. 2009年4月調査のクラスター解析の結果

## V. 考察

クラスター解析の結果、秋調査、春調査において共通して、ネザサを含む多種優占、ネザサ以外の多種優占、ネザサ1種優占のグループに分類できた。秋調査のクラスターではこれに加え、ススキ (*Miscanthus sinensis* Andersson) の優占するグループが作られたが、ススキが花期を迎え最も生長するのが8月から10月であり、季節的なススキの優占度の変動によるものと考えられる。

表-3. ネザサの相対優占度と ShannonH', 出現種数, 優占種数の相関

	2008年秋	2009年春
ShannonH'	-0.6635 **	-0.7780 **
優占種数	-0.5533 **	-0.3766 *
出現種数	-0.4973 *	-0.5108 *

\*\* :  $p < 0.0001$ , \* :  $p < 0.005$

ススキ優占のプロットは春調査では全てネザサを含む多種優占となった。

DCA解析はいずれの調査でもクラスター解析のグループでそれぞれまとまった位置に配置された。また、過去の土地利用ごとに分類をしたところ、Axis 1上に並んでグループ化された。つまり秋、春どちらの調査においても、過去の土地利用に応じて植生に差異が生じていることが示唆される。また、春調査から、過去の土地利用がCFの場合はネザサの優占度が低く、MCの場合はネザサを含め多くの優占種が出現していた。LMの場合は現在の管理の度合いなどに応じて、ネザサを含めた多種優占か、ネザサ1種優占になるものと考えられる。

環境要因とDCA解析の結果との相関を見ると、どちらの調査においてもAxis 1と標高にやや強い負の相関があった。これはかつて大規模な草地であった林分が高標高域に集中しているためであると考えられる。

秋の調査では Axis 2 が、春の調査では Axis 1 が、いずれもネザサの相対優占度と強い負の相関を示し、Shannon H'、優占種数とも正の相関があった。また、ネザサの相対優占度と Shannon H'、優占種数、出現種数の間にも負の相関関係がみられた(表-3)。この結果は既往研究(小林, 1999; Iida and Nakashizuka, 1995)とも一致しており、また、ネザサはススキと異なり暗い林内においても成長速度が変わらないこと(小山・小川, 1993)から、草地からクスギ林に変化したプロットでは、林冠の閉鎖に伴いススキが衰退し、ネザサの繁茂が広がったと考えられる。

かつて耕作地であったプロットではネザサの侵入が抑えられており、その優占度が低く、多種の優占するプロットとなった。一方でかつて草地だったプロットはもともと群落型がネザサ-ススキ群集であり、下草管理の状況、林冠の疎開度に伴い優占種が変化したと考えられ今後、詳細に検討していく必要がある。

また、Axis 1 と土壤水分との間に強い負の相関があり、また土壤 pH は Axis 1 と正の相関を示した。土壤 pH はネザサに対して(東・小林, 2003)も、他の植物種に対して(Brunet, 1993)も影響することが知られている。このような pH の違いをもたらす地質的な要因は本調査地では考えにくいことから、過去の土地利用の違いによるものか、森林管理による(加藤・谷地, 2003; 辻・星野, 1992)ものか、今後検討する必要がある。

## VI. おわりに

今回の結果から、現在の土地利用が同じであっても、過去の土地利用が異なることで林床植生が異なることが示された。しかし、林床植生には現在の管理の影響も関わっており、今後、過去の土地利用と現在の管理の影響それに伴う土壤の化学性の変化などを総合的に把握し、それぞれの影響のメカニズムを詳しく明らかにしていく予定である。

## 引用文献

- 東 季実子・小林達明 (2003) 日緑工誌 29 : 131-134.  
 Bellemare, J. *et al.* (2002) J. Biogeogr. 29 : 1401-1420.  
 Brunet, J. (1993) For. Ecol. Manage. 61 : 263-275.  
 Fraterrigo, J.M. *et al.* (2006) Landsc. Ecol. 21 : 777-790.  
 後藤巖寛ほか (2003) ランドスケープ研究 66 : 569-572.  
 Iida, S. and Nakashizuka, T. (1995) For. Ecol. Manage. 73 : 197-210.  
 飯山直樹ほか (2002) ランドスケープ研究 65 : 579-584.  
 Ito, S. *et al.* (2004) For. Ecol. Manage. 196 : 213-225.  
 鎌田磨人・中越信和 (1990) 日生態誌 40 : 137-150.  
 加藤和弘・谷地麻衣子 (2003) ランドスケープ研究 66 : 521-524.  
 Kitazawa, T. and Ohsawa, M. (2002) Biol. Conserv. 104 : 239-249.  
 小林 剛ほか (1999) 日緑工誌 24 : 201-207.  
 小山信明・小川恭男 (1993) 日草地誌 39 : 28-35.  
 熊本開発研究センター編 (1976) 熊本空港周辺植生調査報告書 pp87 熊本開発研究センター。  
 宮脇 昭 (1970) 日本植生誌 九州 366-371 至文堂。  
 長池卓夫 (2002) 日植生誌 52 : 35-54.  
 Ohsawa, M. (1984) Plant Ecol. 57 : 15-52.  
 Okubo, S. *et al.* (2005) Biodivers. Conserv. 14 : 2137-2157.  
 大久保 悟ほか (2003) ランドスケープ研究 66 : 537-542.  
 辻誠治・星野義延. (1992) 日生態誌 42 : 125-136.  
 Verheyen, K. *et al.* (2003a) J. Ecol. 91 : 731-742.  
 Verheyen, K. *et al.* (2003b) J. Ecol. 91 : 563-577.  
 山本勝利ほか (2000) ランドスケープ研究 63 : 765-770.  
 山本一清 (2003) Lia32 <http://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA32/index.html> (2008. 4. 10参照)  
 (2009年10月24日受付; 2010年1月5日受理)