

馬事公苑（東京都内）武蔵野自然林の植生と コゲラの穴木分布

石田 健¹・多賀レア²

まえがき

1980年代にはいつてから、東京都区内およびその近郊の緑地で以前には記録されなかったコゲラ *Dendrocopos kizuki* の繁殖が確認され、その観察例が増えている（川内1985, 川内ほか1988, 原 私信）。この都市部緑地へのコゲラの「進出」の原因としては、山地の生息環境悪化説（山根ら）、個体群増大説（竹下ら）、雑木林の環境好転説（川内ら）、フィルター地帯消失説（石田）などいくつかの説があるが、実証的な研究結果はまだ得られていない（石田1987）。ただし、東京都市部緑地において、コゲラが生息し、繁殖できる環境が生まれつつあるという点は、いずれの論者も肯定している。本論文では、このコゲラの生息環境の特性を実証的なデータによって示そうと試みた。

調査を行なった馬事公苑は、1985年にコゲラの生息、1987年には繁殖が確認された（多賀1988a, b）。苑内で最もまとまった緑地である「武蔵野自然林」では、コゲラの穴木の分布が林の北側に偏り、林内では南と北で木の大きさやしげり方が違い、東側からみると林の北側の樹冠が明らかに高い。ここで植生調査をし、環境の特性を南北間で比較することは、コゲラのすむ緑地の環境特性を知る手がかりを与えてくれるものと思われた。コゲラの穴が多い区域の植生の共通点と、穴のある区域とない区域の相違点をみつけ出し、どれが重要な植生の特質かを考察した。結論として、林の中で壮齢期を少し過ぎた部分にコゲラは多くの穴を掘ったものと推定した。

日大豊山中・高等学校の川内博氏には、日頃から東京のコゲラについて多くのご教示、有意義な議論や助言をいただいている。名古屋大学林学科の石田朗氏には、測量と植生調査の一部を手伝っていただいた。馬事公苑長千葉幹夫氏ならびに職員・苑内警備の諸氏はこころよく本調査を受け入れて、地図等の資料もいただいた。東京大学農学部林学科森林動物学教室の古田公人助教授には、本稿に目を通し、批評していただいた。これらの方々およびコゲラの生息状況についてさまざまな意見と情報を寄せていただいている多くの方々に、深い感謝の意を表したい。この研究の一部には、文部省科学研究費特別研究 A 62790247 の補助を利用した。

1988年12月15日受理

1. 〒113 東京都文京区弥生1-1-1, 東京大学農学部林学科森林動物学教室

現所属: 〒368 埼玉県秩父市日野田町1-1-49, 東京大学農学部附属演習林秩父演習林

2. 〒156 東京都世田谷区桜3-17-3

調査地および方法

馬事公苑は、東京都南部（世田谷区上用賀， $35^{\circ}38'N$ ， $139^{\circ}38'E$ ），標高約47mのほぼ平坦な場所にある。厩舎，馬場，園地，樹林等を含む約18.6haの敷地のおよそ半分に樹木が生えているが，まとまった樹林は南東端にある武蔵野自然林の約1.3haのみである（図1）。馬事公苑は，多摩川からは5kmほど離れ，南西1kmには面積約14haの砧緑地がある。孤立した緑地が比較的接近して点在する東京西部地域の東端に位置する。

馬事公苑では，1985年5月からコゲラの生息が確認されており，1987年には営巣も確認された。1988年5月19日には巣内のヒナ4羽に識別用の足環をつけ，このヒナは5月27日にすべて巣立った。若鳥は，7月上旬まで親鳥とともにいるのが確認されている。若鳥がみられなくなった後も，少なくとも1羽が生息し，武蔵野自然林北端のエゴノキにあるねぐら穴を利用している。この個体は，昼間は，馬事公苑の外へ出ることが多く，砧緑地方向へ往復するのが確認されている。

1986年5月から1988年8月にかけて，馬事公苑内を任意に歩きまわり，コゲラの穴のある木と穴の状態を記録した。26例（木の本数）中7例は，巣ないしねぐらに利用した穴であり，残りは入口を外から確認できたのみで，どの程度まで掘り進んだのかわからない未利用の穴であった。武蔵野自然林ではコンパス測量を行なって，穴のある木の根元の位置を図示した。

1988年8月29日と9月1日に，武蔵野自然林の中に6つのプロットを設定して植生調査を実施した（図2）。調査プロットは，Askins（1987）や（財）日本野鳥の会研究センターが採用している方法に従い，半径11mの円形とした。プロットの東西南北4方向の線上の各6点と中央の，計25点において，草本（0～1m），下層（～約4m），上層（4mより上）の別に目視によって被度を判定した（図2）。被度は，0～25%を被度1とし，以下25%ごとの区切りで，4段階にわけた。完全に閉鎖していると，合計値が100になる。

調査プロット内にある樹木のうち，高さが2mを越えるすべての樹木について，①樹種，②胸高直径，③樹高，④枝下高，⑤根元から水平方向に最も遠くまで伸びている枝先までの距離，⑥枯枝の多少，⑦コゲラのものと思われる食痕の多少，を記録した。胸高直径は，直径尺をもちいて測定した。樹高と枝下高は，長さ4mの棒を木のそばに立てて目安の物差しとし，目測によって決めた。樹高は，木の先端を確認しにくいことと見上げて目測するという方法に問題があり，約10mより高い木では特に，測定上の誤差が大きくなるのは避けられない。枝下高とは，まとまった葉のついている生きている枝の中で，もっとも低い位置にあるものの高さである。枯木では，枝下高を0として記録，集計した。遠い枝先の距離は，歩測した。枯枝の多少は，ひと目で枯枝があることがわかる木を，多と中，注意して探すと枯枝がある木を少，枯枝のみつからない木を無として，4段階に区別した。食痕は，主に枯枝に注目して，同様に，多・中・少・無の4段階に区別した。

分析にあたっては，各関数の他に，胸高直径から，樹幹の総蓄積量の指標としての胸高断面積合計と，遠い枝先までの距離（以下枝張り」と記述する）から，総生産量のめやすとしての樹冠が広がっている面積の指数（以下展開」と記述する）をもとめた。表では，便宜的に，胸高断面積合計は直径の二乗とそれに円周率をかけた値を使いわけ，展開は枝張りの二乗の値をもちいた。



図1. 馬事公苑の上空（上左）、武蔵野自然林の北側上方（上右）および東側（下）からの景観。北半分の樹冠が高く、南半分が凹凸に見える。

Fig.1. Photos of the forest from air (upper left), north (upper right) and east (below). The canopy in the northern half is higher and the canopy in the southern is uneven in height.

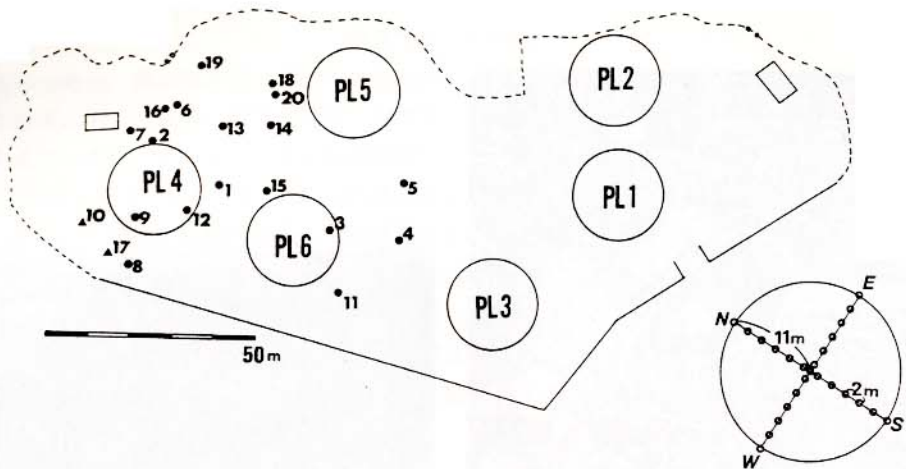


図2. 馬事公苑武蔵野自然林内で見つかったコゲラの穴と、植生調査を行なった6つのプロットの位置 (PL). 右下の円は、地図の方位表示をかねて、植生調査における円形プロットのとり方を示した。小さい円が、3層の被度を目測する地点を表す。

Fig.2. Distribution of Japanese Pygmy Woodpecker's cavities and vegetation survey plots (PL 1-6) and the plot figure (right below, which also indicates the direction of the map). The twenty-five small circles in the survey plot figure indicate cover-estimate points: grass (<1m), shrub (<4m), and canopy (above 4m). Cover of 0 to 25% was indicated as rank 1, 26-50% as 2, 51-75% as 3, and 76-100% as 4.

胸高断面積・樹高・展開・食痕指数・枯枝指数および本数のそれぞれについて、Renkonen (1938) の類似度指数 (Helle & Mönkkönen 1985) をもとめ、樹種を区別してプロットどうしを比較した。なお、枯木はひとまとめにして1樹種として集計した。その計算式は：

$$PS = \sum_i \min(P1i, P2i)$$

である。ここで、 $P1i$ と $P2i$ は、比較している2つのプロットのそれぞれにおける樹種 i の測定値の合計の、全樹種の合計値に対する割合であり、両者のうちで小さい方だけを残して加算することになる。表4では、パーセントで表したので、全く類似しない0から完全に一致する100(%)までの値をとりうる。

また、プロットどうしを物理的構造によって比較するために、樹種を区別せず、種類・本数・最高樹高と、樹高・胸高直径・枝下高・枝張りの各平均値、および胸高断面積・展開・枯枝指数・食痕指数・25点の草本/低木/高木被度の合計値の、14要素をもとにしてクラスター分析を行ない、プロット間の類似度を調べた。クラスター分析の結果は、もちいる方法によって多少異なる。変数間で測定値に大きな差があるので、クラスター間には標準化したユークリッド距離をもちいた。類似度の計算は、変動を最も小さくするようにまとめていくウォード法と、グループどうしの平均が近いものをまとめていく群平均法とによった。

結 果

1. コゲラの穴のあった木

武蔵野自然林の中では、コゲラの穴のある木が20本みつかった(図2)。北側の半分だけに偏って分布し、南半分にはまったくみつからなかった。それぞれの木における穴の状態を表1に示した。穴の掘られた場所は、すべて枯枝である。樹種は、コナラが6本でもっとも多く、ついでエゴノキの4本だが、エゴノキでは、入口付近の形状から明らかに未完成の穴が多かった。コゲラがねぐらとして利用したのはコナラとエゴノキであった。なお、1987年と1988年の、失敗を含めて3回の営巢は、すべてこの林の外の、より開けた場所に

表1. 馬事公苑武蔵野自然林にあったコゲラの穴。1本の木に複数の穴があいている場合が多いので、穴ごとに番号をふってある。

Table 1. Cavities of *Dendrocopos kizuki* and their conditions in the Musashino-shizenrin forest. Number in circles, cavities on a tree; "♯", cavity used as roost; "未完", apparently incomplete cavity. 1986-88 indicate years of woodpecker excavation observed.

穴番号 [*] Cavity No.	樹 種 Tree sp.	穴の数と状態 ^{**} Condition
1	コナラ枯木	① 枯枝先 ② 枯枝元, 未完
2	コナラ	① 枯枝先 ② 1988年(2週間で折損)
3	コナラ	①
4	ミズキ	① 1986年, 未完 ② 1987年, 未完 ③ 1988年
5	エゴノキ	① 1988年
6	コナラ	① 未完 ② 未完?
7	エゴノキ	① ♯ねぐら(1988年) ② 未完 ③ 未完 ④ 未完
8	スダジイ	①
9	スダジイ	① ② 未完
10	スダジイ	① 伐採された
11	コナラ	① 未完?
12	エノキ	① ②
13	コナラ	① ♯ねぐら(1988年)
14	アオギリ	① 枝折損
15	イチョウ	① ②
16	サクラ	① 未完, 切除
17	スダジイ	① 枝折損
18	コナラ	① ♯ねぐら(1988年) ②
19	エゴノキ	① 未完
20	コナラ枯木	① 未完 ② 未完 ③ 未完 ④ ⑤ ⑥ ⑦ 折損

^{*}、図2参照

^{**}、未完は、主として外観から、掘りかけなのが見えな穴。

あるヤナギとサクラで行なった。

2. 樹種を区別した植生の比較

北側と南側のそれぞれ3か所ずつのプロットに出現した樹種とその合計本数を表2-1および表2-2に示した。北側3プロットでは23種が記録され、アオキ・エゴノキ・エノキ・クヌギ・ミズキ・ムクノキ・ムラサキシキブなどの本数が多かった。南側では19種が記録され、アカメガシワ・エゴノキ・エノキ・ムクノキなどの本数が多かった。全部合わせると28種が出現した。北側のクヌギは14本のうち12本とムラサキシキブ25本のうち19本がプロット5にあり、逆にミズキはプロット5にはなく、南側のアカメガシワ14本のうち13本はプロット1にあるというように、本数の多い一部の樹種は集中していた。プロットごとの平均樹高は、アオキが2~4m、エゴノキが5.7~9.6m、エノキが7.7~12.3m、ムクノキが8.7~15.0m、ミズキが北側では4.1mと4.6m、南側では6.0~12.0m、クヌギが15.5~19.8mだった。プロット5のクヌギ以外に高木層に著しい優占種はなく、中間層

表2-1. 北側3プロットの樹種別本数の合計

Table 2-1. Tree species and their number recorded in the three northern plots.

樹 種 Japanese name	学 名 Scientific name	本数 Number
1. アオキ	<i>Aucuba japonica</i>	30
2. アオギリ	<i>Firmiana platanifolia</i>	1
3. アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	3
4. イイギリ	<i>Idesia polycarpa</i>	2
5. イヌエンジュ	<i>Maaackia amurensis</i>	2
6. イヌザクラ	<i>Prunus buergeriana</i>	1
7. イボタノキ	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	2
8. イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>	8
9. エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	13
10. エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	12
11. クヌギ	<i>Quercus acutissima</i>	14
12. クワ	<i>Morus bombycis</i>	4
13. ヤマハシノキ	<i>Alnus hirsuta</i>	1
14. コナラ	<i>Quercus serrata</i>	7
15. シロダモ	<i>Litsea glauca</i>	2
16. スダジイ	<i>Castanopsis cuspidata</i>	3
17. ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>	1
18. ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>	10
19. マユミ	<i>Euonymus sieboldiana</i>	1
20. ミズキ	<i>Cornus controversa</i>	35
21. ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i>	12
22. ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	25
23. ヤブニッケイ	<i>Cinnamomum japonicum</i>	1
24. 枯木 (dead tree spp.)		8

計

198

表2-2. 南側3プロットの樹種別本数の合計

Table 2-2. Tree species and their number recorded in the three southern plots.

樹 種 Japanese name	学 名 scientific name	本数 Number
1. アオキ	<i>Aucuba japonica</i>	7
2. アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>	4
3. アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	14
4. イイギリ	<i>Idesia polycarpa</i>	4
5. イヌザクラ	<i>Prunus buergeriana</i>	1
6. エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	23
7. エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	29
8. ガマズミ	<i>Viburnum dilatatum</i>	1
9. クヌギ	<i>Quercus acutissima</i>	5
10. コナラ	<i>Quercus serrata</i>	2
11. スダジイ	<i>Castanopsis cuspidata</i>	1
12. ゴンズイ	<i>Euscaphis japonica</i>	4
13. スギ	<i>Chryptomera japonica</i>	4
14. ニガキ	<i>Picrasma quassoides</i>	1
15. マユミ	<i>Euonymus sieboldiana</i>	9
16. ミズキ	<i>Cornus controversa</i>	4
17. ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i>	31
18. ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	6
19. ヤブニッケイ	<i>Cinnamomum japonicum</i>	1
20. 枯木 (dead tree spp.)		4
計		151

にエゴノキ・エノキ・ムクノキが南北ともに多く、低木層では北側だけアオキが優占していることになった。

表3には、高い順に10本の樹種とその樹高を示した。プロット5は、高い10本の本がすべてクスギで樹高は20m前後あり、4～6種ある他のプロットと著しい対照をなしている。プロット5は武蔵野自然林の北東部分であり(図2)、北半分の樹冠が高いという東側からの景観は、この部分によって強調されていると思われる(図1下)。林を上からみると北側の樹冠上面が比較的平らでそろっているのにたいして、南側のそれは凹凸がはっきりしている。しかし、この表における樹高では、南側の3プロットで樹高の差異が大きいのことはないので、樹冠上面の凹凸についてはなにも示していない。

表4には、6つの変数の樹種別合計にもとづくプロット間の類似度を示した。類似度50以上の値は、同じ南側のプロット1, 2, 3の間で多い。同じ北側のプロット4, 5, 6間では、類似度が低い。逆に、類似度が30よりも小さい値は、プロット5とプロット1, 4, 6との間、プロット1と6の間、およびプロット4と3の間に多い。もっとも類似していないのはプロット5と6、ついでプロット3と4, 4と5である。

北側ないしは南側のプロット間では類似度が高く、かつ北側と南側のプロット間では類似度が低いという両条件を満たす変数はない。南側のうち、プロット5を別にして、それに近い条件を満たす変数は、本数である。胸高断面積合計は、プロット間の類似度が8.83(5と6)から70.57(2と4)にわたり、北側と南側にかかわらず類似度が一定しない。以上の結果から、全体としては、プロット1, 2, 3は1つのグループとして扱えるがプロット4, 6とプロット5は類似度が低いことがわかる。それを1つだけでよく反映する変数はない。

表3. 各プロットで最も高い10本の樹種(カッコ内は樹高, m)

Table 3. Ten highest tree species and their height (in parentheses; m) in each plot.

南 側 South			北 側 north		
Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5	Plot 6
ムクノキ(18)	クスギ (19)	アカマツ (18)	コナラ (20)	クスギ(22)	コナラ (17)
イイギリ(17)	クスギ (18)	アカマツ (17)	エノキ (19)	クスギ(21)	エノキ (〃)
ムクノキ(〃)	クスギ (〃)	アカマツ (〃)	クスギ (〃)	クスギ(20)	コナラ (16)
エノキ (〃)	エノキ (17)	イイギリ (〃)	クスギ (18)	クスギ(〃)	アカマツ(15)
クスギ (16)	ムクノキ(〃)	ムクノキ (16)	スダジイ(〃)	クスギ(〃)	コナラ (14)
ムクノキ(〃)	エノキ (〃)	エノキ (15)	コナラ (16)	クスギ(〃)	アカマツ(〃)
エノキ (〃)	エノキ (〃)	イヌザクラ(〃)	スダジイ(15)	クスギ(〃)	ムクノキ(12)
ムクノキ(〃)	イイギリ(16)	ムクノキ (〃)	コナラ (〃)	クスギ(〃)	エゴノキ(11)
エノキ (〃)	コナラ (〃)	ムクノキ (13)	ムクノキ(14)	クスギ(19)	エノキ (〃)
ムクノキ(〃)	コナラ (〃)	エノキ (〃)	ミズキ (12)	クスギ(〃)	ミズキ (10)
種類	4	5	5	6	1
					6

表4. 各種測定変数の樹種別合計にもとづく2つのプロット間の類似度指数。
 Table 4. Similarity indices Φ between two plots according to common tree species.

プロット Plots	変 数					
	断面積 * Bas. A.	樹 高 Height	展開 ** Can. Ex.	食 痕 For.	枯 枝 Dd. Br.	本 数 No.
1 vs 2	61.39	67.67	65.55	50.55	60.59	62.95
1 vs 3	39.49	53.90	49.53	33.79	62.15	49.60
2 vs 3	29.24	62.25	55.35	47.71	50.70	62.21
4 vs 5	37.27	25.52	17.40	19.70	24.94	25.01
4 vs 6	42.24	52.57	41.95	37.65	44.54	55.57
5 vs 6	8.83	30.03	26.98	25.83	32.62	32.48
1 vs 4	44.12	52.95	33.57	44.12	33.84	26.96
1 vs 5	34.32	25.91	22.00	55.00	35.41	27.62
1 vs 6	22.65	27.08	39.36	33.33	37.08	25.20
2 vs 4	70.57	44.53	40.66	39.53	36.67	32.78
2 vs 5	46.60	41.63	34.20	42.50	34.61	40.19
2 vs 6	43.17	37.67	54.50	36.67	36.90	32.00
3 vs 4	15.58	34.14	23.10	23.63	28.54	38.35
3 vs 5	11.73	35.24	30.39	35.00	42.09	44.86
3 vs 6	52.17	45.68	52.14	40.46	37.72	42.22

Φ , $\Sigma \min (P_{1i}, P_{2i})$; *, $\Sigma (DBH)^2$; **, $\Sigma (SPAN)^2$

Abbreviations: Bas.A., basal area; Can.Ex., canopy expansion;

For., number of woodpecker foraging marks (rich, midium, poor or none);

Dd.Br., number of dead branches (rich, midium, poor or none);

No., number of trees.

3. 物理的構造にもとづく植生の比較

樹種を区別せず物理的な形質をもとにプロット間の比較をしてみる。表5に、比較にもちいた14個の変数の測定結果や集計結果を示した。表5の各プロットの値をクラスター分析して描いたデンドログラムが図3である。プロット2と3、ついで4と6がもっとも似ており、2および3と1も類似度が高い。プロット5は他のどのプロットとも似ていないが、ウォード法ではどちらかというプロット4と6のグループに近い。したがって、①プロット1, 2, 3, ②プロット4, 6および③プロット5の3グループにわけて比較するのが適当だと判断できる。群平均法の結果からは、上記したグループ②と①の方が、②と③よりも類似度が少しだけ高いという結果になる。

図4には、樹高を4 m幅の、枝下高を2 m幅の、それぞれ6階層にわけて本数の分布を

表5. 植生関数の6プロット平均値および標準偏差と各プロットにおける測定値

Table 5. Fourteen vegetation varieties, mean and standard deviation of six plots, and values of each plot.

植生関数 Varieties	平均 Mean	標準偏差 S.D.	Plot1	Plot2	Plot3	Plot4	Plot5	Plot6
1. 樹木種数 : tree species number	14.00	±2.10	13	15	15	17	11	13
2. 樹木本数 : tree number	58.83	±8.13	51	54	50	68	67	63
3. 樹高平均 (m) : average height	7.73	±1.70	9.2	8.9	9.0	6.2	8.0	5.1
4. 最高樹高 (m) : tallest tree height	19.00	±1.79	18.0	19.0	18.0	20.0	22.0	17.0
5. 胸高直径平均 (cm) : average DBH	11.10	±2.53	11.5	11.7	14.8	8.8	12.1	7.7
6. 胸高断面合計 (㎡) : total basal area	5.20	±1.50	3.86	4.90	6.50	4.85	7.46	3.62
7. 枝下高平均 (m) : average height of lowest live branch	3.22	±0.83	3.6	3.9	4.2	2.3	3.1	2.2
8. 枝張り平均 (m) : average branch span	2.78	±0.41	2.9	3.1	2.9	2.5	3.2	2.1
9. 樹冠展開合計 (㎡) : total canopy expansion	609.58	±180.54	551.1	647.8	501.4	673.2	906.8	377.2
10. 枯枝指数合計 : dead branch abundance	58.17	±22.40	28	62	60	46	96	57
11. 食痕指数合計 : woodpecker foraging mark abundance	26.50	±13.63	5	36	29	134	40	15
12. 草本被度 (25点合計) grass layer cover	66.00	±13.40	66	89	71	64	52	54
13. 低木被度 (%) shrub layer cover	54.00	±14.39	52	39	36	59	67	71
14. 高木被度 (%) canopy layer cover	93.50	±2.74	93	95	98	92	90	93

示した。グループ①では、異なる樹高の木が比較的均等にあるのに対して、グループ②では低木の本数が著しく多い。樹高が10mを越える木の本数は、南側の24, 24, 22本にくらべて北側3プロットがそれぞれ14, 18, 9本と少ない。グループ③の低木の本数は中くらいだが、高い木が段階的に減り、樹高16mを越えて20m未満の階層の本数が多く、2層構造を示している。この2層構造は、プロット1と3にもみられる。したがって、樹高分布では、グループ③はグループ①と②の中間の性質を示している。樹高階分布のプロット間の差異を χ^2 乗検定した結果は、ほぼ上記の傾向を支持している。プロット5は、プロット2および4とは有意に異なっていない、それらの中間的な特質を示していることがわかる(表6)。

枝下高の階層分布における全体の傾向は樹高の場合と同様だが、プロット1以外では高

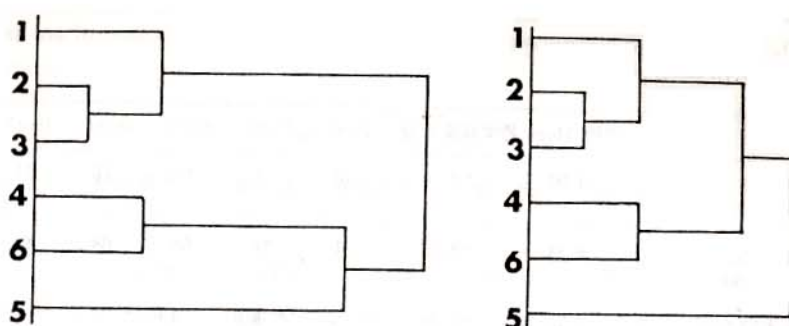


図3. 標準化したユークリッド距離とウォード法（左）および群平均法（右）をもちいてクラスター分析した、6つのプロットの類似関係を表したデンドログラム。左の数字がプロット番号、左の軸からプロット間を結ぶ縦線までの距離が短いほど類似していることを表している。

Fig.3. Dendrograms resulted from cluster analysis with fourteen vegetation varieties (see table 5). Dissimilarity between groups was estimated by standardized square Euclidean distance and Ward (left), and group average (right) methods were used. Numbers indicate plots.

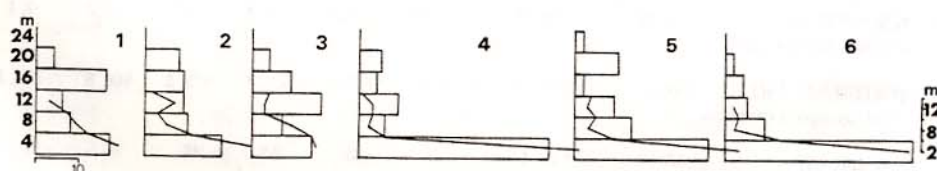


図4. 樹高階別の本数（ヒストグラム，左の目盛り）と枝下高の階別本数（折れ線，右の目盛り），樹高階は4 m，枝下高階は2 mごとで，左下の短線が10本を，右上の数字がプロット番号を表す。

Fig.4. Tree numbers in height layer (histogram, left graduation, every four meters) and lowest live branch height layer (line graph, right graduation, every two meters). Short bar left below indicates ten trees, and number right up indicates plot.

表6. 樹高階分布のプロット間の差の検定 (χ^2 乗検定)

Table 6. χ^2 -test of between-plot difference in three height layer composition.

Plot	2	3	4	5	6
1	NS	NS	***	*****	*****
2		NS	**	NS	***
3			***	***	*****
4				NS	NS
5					*

notes: NS, $P>0.05$; *, $P<0.05$; **, $P<0.02$; ***, $P<0.01$; ****, $P<0.001$

表7. 枝下高階のプロット間の差の検定 (χ^2 乗検定)Table 7. χ^2 -test of between-plot difference in lowest live branch height layer composition.

Plot	2	3	4	5	6
1	NS	NS	****	**	***
2		NS	***	NS	**
3			****	**	****
4				NS	NS
5					NS

notes: NS, $P>0.05$; *, $P<0.05$; **, $P<0.02$; ***, $P<0.01$; ****, $P<0.001$ 表8. 胸高直径級分布のプロット間の差の検定 (χ^2 乗検定)Table 8. χ^2 -test of between-plot difference in tree diameter at breast height class composition.

Plot	2	3	4	5	6
1	NS	NS	***	***	***
2		NS	***	NS	***
3			****	***	***
4				NS	NS
5					NS

notes: NS, $P>0.05$; *, $P<0.05$; **, $P<0.02$; ***, $P<0.01$; ****, $P<0.001$

い方にも多少の分布の山があり、3グループ間の差異は小さいといえる。 χ^2 乗検定の結果ではやはりプロット5とプロット2、4に加えて6とに有意差がない(表7)。枝下高においては、少なくともグループ②と③は区別されないといえる。

図5には、胸高直径を2.5cmから倍ごとの太さを区切りとして6階級にわけて本数の分布を示した。グループ①では細いものから太いものまでであるが、樹高や枝下高の本数分布と異なり大きい(太い)階級に本数の山がある。グループ②では5cm以下の細い木が多数ある。グループ③のプロット5の分布型は両者の中間で、グループ①の中では細い木の本数がやや多いプロット2に近い分布型である。 χ^2 乗検定の結果は枝下高の場合と同じで、グループ②と③ははっきり区別されない(表8)。

図6には、枝張りを2m幅の5階級にわけて本数の分布を示した。ここでは、各プロットがそれぞれ特徴のある型をみせている。プロット1と2が比較的似て、小から大まで徐々に本数が減少している。プロット3では、2mを越え4m以下の級の本数がかつとも多い。プロット4と6では、2m以下の級が著しく多いが、前者では8mを越える遠くまでのびる枝の木があるのに対し、後者ではすべての木が6m以下しか枝をのばしていない。プロット5では、6m以下の3階級がほぼ同じ本数で、それ以上遠くまでのびる大きな樹冠の木

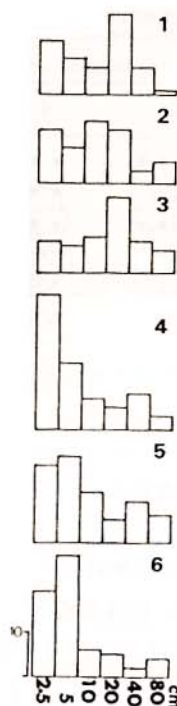


図5. 直径階別の本数. 2.5cmから2倍ごとの区切りで本数分布を示した. 左下の短線が10本を, 右上の数字がプロット番号を表す.

Fig.5. Tree numbers in diameter at breast height class. Presentation is the same as Fig.4.

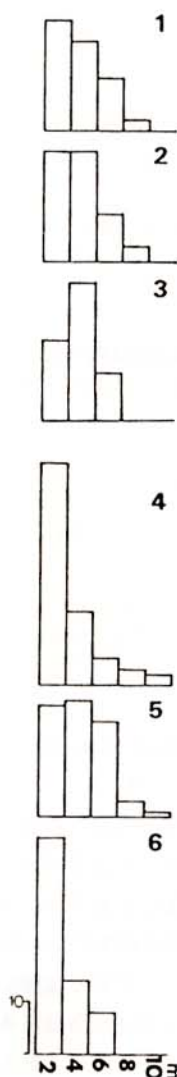


図6. 枝張りの階別本数. 2mごとの区切りで本数分布を示した. 左下の短線が10本を, 右上の数字がプロット番号を表す.

Fig.6. Tree numbers in longest branch span class. Presentation is the same as Fig.4.

表9. 枝張り級のプロット間の差の検定 (χ^2 乗検定)Table 9. χ^2 -test of between-plot difference in longest branch span class composition.

Plot	2	3	4	5	6
1	NS	NS	NS	NS	*
2		NS	*	NS	*
3			****	NS	****
4				***	NS
5					***

notes: NS, $P>0.05$; *, $P<0.05$; **, $P<0.02$; ***, $P<0.01$; ****, $P<0.001$ 表10. 被度のプロット間の差の検定 (χ^2 乗検定)Table 10. χ^2 -test of between-plot difference in Three layer cover composition.

Plot	2	3	4	5	6
1	NS	NS	NS	NS	NS
2		NS	*	****	****
3			NS	***	***
4				NS	NS
5					NS

notes: NS, $P>0.05$; *, $P<0.05$; **, $P<0.02$; ***, $P<0.01$; ****, $P<0.001$ 表11. 樹木本数に対する枯枝指数の割合のプロット間の差の検定 (χ^2 乗検定)Table 11. χ^2 -test of between-plot difference in proportion of sum of dead branch abundance index to the number of trees.

Plot	2	3	4	5	6
1	**	***	*	****	NS
2		NS	*	NS	NS
3			*	NS	NS
4				***	NS
5					NS

notes: NS, $P>0.05$; *, $P<0.05$; **, $P<0.02$; ***, $P<0.01$; ****, $P<0.001$

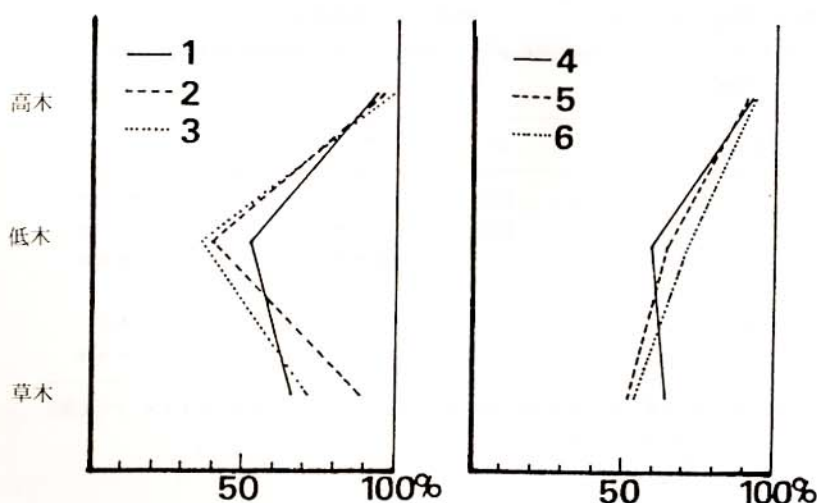


図7. 草本・低木・高木層の被度。数字はプロット番号を表す。

Fig.7. Grass, shrub and canopy cover estimated from twenty-five point observations (see Fig. 2). Numbers indicate plots.

も少数ある。χ²乗検定の結果は、プロット1がプロット6以外のプロットと有意差を示さないのにたいし、プロット6はプロット4以外のどのプロットとも有意差があり、3つのグループ間の差異もはっきりしない(表9)。これは、χ²乗検定の条件にあわせて大きい値の級をつくったことにもよっている。その意味で枝張り長の分布では、大きな級のまったくないプロット3と6が、他の4プロットと区別される。

図7には、草本・低木・高木層の被度(25点の合計)を、表10には、プロット間の差異のχ²乗検定の結果を示した。高木層の被度は最低のプロット5でも90あり(表5)、いずれもほぼ閉鎖している。ただし、プロット6の一部には上層木が倒れたあとの直径約3mの樹冠の穴(ギャップ)があり、下層にオオバクサの群落があったが、そのことが被度に反映されなかったのはプロットのとり方に問題があったかもしれない。ただし、このギャップがプロット全体に占める面積の割合は7.5%以下で、これだけで全体の傾向が変わるわけではない。グループ①では草本層の被度は高く、低木層の被度が低いのにに対し、プロット4, 5, 6では、低木層の被度がやや高く、その分草本層の被度が低い。つまり、前者では低木層が空いていて林床に日光がよくとどき、草本が繁茂している。プロット1と4は両者のやや中間的性質を示している。

枯枝指数は、プロット5で最も大きく、プロット1では少ない。ただし、この調査の直前に強い風の日があり、かなりの枯枝が落ちたので、この値は十分な意味をもっているか疑問である。枯枝の質も比較する意味で、枯れ枝に対する食痕の多少を、χ²乗検定にかけた(表11)。プロット1は、食痕のある枝が非常に少なく、プロット5, 6は枯枝の多さの割には食痕が少ない。

樹高や胸高直径等の分布型(図4～図6)では、プロット5とプロット1あるいは3との間には有意差があるのに、プロット5と2の間には有意差がないので、グループ①の中ではプロット1と3がより似ているように思える。しかし、3プロット間で有意差がない。

被度とその分布でプロット1が異なっていることに加え、表5の値では種数、平均樹高、枯枝指数および食痕指数の合計でプロット2と3が近く、胸高断面積合計と枝下高平均でプロット1が最小なために、クラスター分析の結果ではプロット2と3の方が近いと判定されている。定性的特質ではプロット1と3が、量的特質ではプロット2と3がより似ているということになる。いずれにしても、樹種別の各変数の近似度でもクラスター分析でも、グループ①の中の類似度は高い。

プロット5は、樹種別の分析においても、多くの変数で他のプロットとの類似度が低く、被度以外の分布型ではグループ①と②の中間的な性質を示した。

考 察

表4の類似度から重要な変数を予想することができなかったことから、樹種を区別して比較すると、北側と南側の類似点や相違点をはっきり予想することができなかった。しかし、プロット間については、構造の関数からクラスター分析したのと同様の類似関係を予想することができた。温帯では、人為の少ししか加わっていない森林の内部構造は一樣ではなく、部分によって更新のさまざまな段階にある。おなじ成長段階の木でもさまざまな樹種がおき代わり得るので、樹種を区別するとなおさら複雑になり、そのために、本調査地のように小さな林の中でも、一定の傾向をつかみにくかったのだろう。プロット6のギャップの周囲には小径のミズキが多くみられた。一方、プロット5では、樹高のあるクヌギが胸高断面積で84.3%と圧倒的に優占していた。

樹種を無視した物理的な構造で分析すると、景観から初めに予想していたように南側と北側のそれぞれのプロット間の類似度が高いことがわかった。しかし、同じ北側でも、プロット5の構造（や樹種）はプロット4、6とは異なっており、別のグループと考える方が適当であった。

一方、プロット5と2は、3層の被度以外における χ^2 乗検定の結果で有意差がなかった。この2つのプロットは、武蔵野自然林の東側にあり互いに近い位置にある。両者の気象条件（日照や風当り）や経歴等が似ていることも考えられる。

何十年という単位でみると、森林みずからがダイナミックに変化している（たとえば中静・山本1987）。ここで示したデータから、馬事公苑武蔵野自然林内の6ヶ所の状態を解釈すると次のようになるのではないか。ここでは、プロット1→2→3→5→4→6という順に遷移過程にある。プロット1、2は、若い木が成長している段階である。プロット3では、大きくなった木どうしの間で競争があり、枝張りは大きくないが、直径の大きな木がある。また、競争に負けた木は枯れていくので、小径木は減るが、樹幹の蓄積量（胸高断面積合計）は大きい。プロット5は、最も樹幹の蓄積量が大きく、樹冠も高く、枝張りの大きい木も多い。プロット4では、高木の枝が多く枯れ落ちて明るくなった分だけ低木のアオキ等が増え、中くらいの枝張りの木が減っている。プロット6では、もっとも太く、枝張りも大きかった（と思われる）木が枯れて倒れ、あとにできた樹冠の穴（ギャップ）にオオブタクサの群落ができ、周囲の明るい林床にはミズキの稚樹が多く伸びていた。なお、1988年12月現在で、プロット1や3に近い枯木や枯枝にもコゲラが穴を掘り始めた。

このような解釈は、主に構造を中心に考察したものであり、例えば高木ではプロット5にはクヌギが多いが、プロット3では最も高い3本はアカマツであることから、プロット

3の場所が何十年が経ったときにプロット5の場所のようになるということはないだろう。プロット5に小さな木（ムササキシキブ）が多いのは、東側の林縁に近く横からの光が林床にとどくことの影響があるかも知れない。プロット2では、比較的均等な樹高分布がみられ、同様の影響が考えられる。プロット2のようにササが繁殖している場所ではその影響が大きい。この質的な差異は、林縁からの距離や方向などによって気象の影響が異なることや、偶然的な経歴の違いも原因となるだろう。

しかし、森林の内部構造の変化という面から、上記したように同列に比較することに無理はない。そして、コゲラの穴のあったのは、プロット4と6を中心とした部分で、いわゆる「過熱」に達した段階の、枯木・（太い）枯枝の生産量が多い部分らしい。残念ながら今回は、穴の掘れる枯枝の多さは直接表現できなかった。北半分の樹冠の高く太い木の多い部分にコゲラの穴が多いというような、初めの単純な予想とは異なり、明白な関係にはならなかったが、それに近い結論になった。

コゲラが苑内で営巣したのは、武蔵野自然林から約100m離れた人通りの多い開けた場所であり（多賀1988b）、営巣するには、太い枯枝以外の条件が必要である。一般的に、キツキ類は穴の前方が開けた場所に営巣する。コゲラが、長期間生息し、繁殖できるためには、採食場所、営巣木、ねぐらの木、隠れ場所などの生活資源が一通りそろっていないといけない。馬事公苑のコゲラは、苑外へ出入りするものが観察され、互いに離れた小さなパッチを合わせて利用することによって、全体の生息要求を満たしているであろう。

尾方ら（1977）の調べた宮城県東岳の北側斜面の97年生の広葉樹天然林では胸高断面積合計が43.7m²/ha、埴田ら（1980）の調べた奄美大島の46年生のスダジイ壮齢林では同じく66.91m²/haであった。後者では、コゲラとオオアカゲラが生息しており、前者でもキツキ類は確実に生息しているものと推測される。それに対し、本調査地の胸高断面積合計は、最小のプロット6で95.12m²/ha、最大のプロット5では196.22m²/haある。馬事公苑の武蔵野自然林は、樹幹蓄積量の大きさから判断すると、コゲラなどのキツキ類にとって重要な広葉樹林であるか、あるいは今後そうなりうる林だといえよう。

著者らは川内らとともに、繁殖記録の収集や標識調査によって、東京の都市部のコゲラの生息状況の把握に努めつつある。本研究はその一環として行なった。植生とコゲラの生息状況を直接対比させたのは初めてであり、また、狭い林の一ヶ所だけのデータなので、本研究からコゲラの生息条件をはっきりと予想するのはむずかしい。今後、コゲラの生息状況が異なる多くの場所で同様の調査をおこなうことによって、コゲラ生息環境の特性と生物学的特性が明らかになることであろう。

要 約

1. 東京都世田谷区の馬事公苑内の広葉樹林では、北半分に偏ってコゲラの掘った穴が分布していた。穴のある部分とない部分の植生に差があるか、あるいはどのような差があるかを確かめるために、直径11mの円形プロットを6つ設置し、植生調査を行なった。草本、下層、上層の別に目視によって被度を判定し、高さ2mを越えるすべての樹木について、①樹種、②胸高直径、③樹高、④枝下高、⑤根元から水平方向に最も遠くまで伸びている枝先までの距離、⑥枯枝の多少、⑦コゲラの食痕の多少、を記録した。
2. 6プロット合わせて28種の樹木が記録された。樹種を区別して、胸高断面積・樹高・展開・食

痕指数・枯枝指数および本数のそれぞれについて、類似度指数を計算し、2プロット間の類似関係を分析した。その結果、本数でわずかに差がみられるだけだった。

3. 樹種を区別せずに種数・本数・最高樹高と、樹高・胸高直径・枝下高・枝張りの各平均値、および胸高断面積・展開・枯枝指数・食痕指数・草本/低木/高木の被度の合計値の、14要素をもとにしてクラスター分析を行ない、物理的構造によってプロット間の類似度を調べた。その結果、①プロット1, 2, 3, ②プロット4, 6および③プロット5の3つのグループに分けられた。
4. グループ②では、低木の被度が比較的高く、小径低木の本数が著しく多かった。グループ③は、クヌギの大径高木が多くあり、低木層はやや多かった。グループ①は、③に比べて、草本層が茂り、下層から上層までの高さの樹木が比較的均等にあった。
5. これらの結果から、プロット1→2→3→5→4→6という順に遷移過程にあると推定された。プロット1, 2, 3は壮齢になる前の植生で、1と2は、若い木が成長している段階である。プロット5は、優占する高木が最も大きく成長した段階、プロット4, 6は壮齢をすぎ、枯枝や大木の枯木が生じつつある段階だといえ、後者にコゲラの穴木が多数あった。
6. コゲラが多くの穴を掘るのは、林が過熟な状態にはいり、枯木・枯枝が多く生じる状態になった部分であったと結論した。

引用文献

- Helle, P. and Mönkkönen, M. 1985. Measuring turnover rates in secondary succession in European forest bird communities, *Ornis Scand.* 16:173-180.
- 石田健. 1987. キツツキのすみ緑, 日本鳥学会キツツキシンポジウム資料, 9pp..
- 川内博. 1985. 東京の鳥類・2 東京におけるコゲラ・アオゲラの平地部進出について, 日本大学豊山中・高等学校, 研究紀要 16:1-21.
- 川内博・石田健・多賀レア・土橋信夫, 1988. 首都圏におけるコゲラ・アオゲラの生息状況について, 1988年度日本鳥学会大会講演要旨集.
- 中静透・山本進一. 1987. 自然攪乱と森林群集の安定性. 日生態会誌 37:19-30.
- 尾方信夫・上中作次郎・竹下慶子 1977. 青井岳地域の広葉樹天然林とスギ人工壮齢林の1次生産. 林業試験場九州支場年報 20:13.
- 埴田宏・上中作次郎. 1980. 奄美大島スダジイ林の林型と階層構造. 林業試験場九州支場年報 23:17.
- 多賀レア. 1988a. 馬事公苑のコゲラ. ユリカモメ 393:5.
- 多賀レア. 1988b. 馬事公苑におけるコゲラの営巣記録. *Strix* 7: 291-295.

Japanese Pygmy Woodpecker's cavity distribution and vegetation structure in a broadleaf evergreen forest of Baji-koen, Tokyo.

Ken Ishida¹ and Rea Taga²

1. The Japanese Pygmy Woodpecker (*Dendrocopos kizuki*) has been extending its breeding distribution in Tokyo city since 1980 (Kawachi 1985). The cause of this change is being investigated, and one of the explanations is that the vegetation in the parks has grown. In this paper we show a practical example of the relation between this woodpecker inhabitation and vegetation by comparing vegetation varieties in woodpecker cavity and non-cavity parts of a forest.

2. The Equestrian Park (Baji-koen) is located in the residential area of Tokyo (35°38'N, 139°38'E, 47m a.s.l.). A 1.3ha broadleaf evergreen forest is a part of this park. The woodpecker cavities, including incomplete ones, were all found only in the northern half of this forest (Fig. 2). We set six vegetation survey plots in the forest (Fig. 2). For all trees (height ≥ 2 m), we recorded or measured: (1) species, (2) diameter at breast height, (3) height, (4) height of the lowest live branch, (5) longest branch span, (6) abundance of dead branches, and (7) abundance of foraging marks of the woodpecker. We also estimated the cover density at three layers.
3. Twenty-eight tree species were recorded (Table 2). The species of the highest and dominant varied among the plots. The highest species in plot 5 was especially different from those in the others (Table 3). None of the calculated similarity indices showed important discrimination between the northern and southern plots (Table 4).
4. According to the fourteen vegetation varieties (Table 5), we classified the six plots by cluster analysis (Fig. 3). The result showed three groups. The group of plots 4 and 6 had denser shrub cover (Fig. 7) and abundant short-narrow trees (Fig. 4, 5 & 6). Plot 5 had extremely dominant large *Q. serrata* (Table 4) and abundant short trees (Fig. 4 & 6). The group of plots 1, 2 and 3 had denser grass coverage (Fig. 7) and trees evenly distributed among the small to large (Fig. 4, 5 & 6).
5. The plots in the order of their regeneration stages were 1, 2, 3, 5, 4 and 6. Plots 1, 2 and 3 were immature stage, Plot 5 was mature, and Plots 4 and 6 were over-mature. Most woodpecker cavities were around plots 4 and 6, where there were more dead branches and trees. But we failed to estimate the abundance of such dead substrates properly (Table 5). The over-mature condition may be good for woodpecker excavation. But the nest holes were in more open area, out of the forest, in this park. The conditions for nests are different from those for roost holes. To understand more about the habitat characteristics and the cause of distribution variation in the Japanese Pygmy Woodpecker, it is desirable to compare the vegetation structures among the forests different in the inhabitation of this species.
 1. Laboratory of Forest Zoology, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.
Present address : University Forest in Chichibu, The University of Tokyo,
Hinoda-machi, Chichibu-shi, Saitama 368.
 2. 17-3, Sakura 1-chome, Setagaya-ku, Tokyo.