

# 植生断面図によって評価した森林の空間構造と鳥類の多様性

## Vegetation Structure estimated with Figures of Vertical Section, and breeding Bird Species Diversity

石田 健\*

KEN ISHIDA

### I はじめに

鳥類の種数は、同一樹種からなる人工林よりもいろいろな樹種からなる二次林の方が多く、天然の極相林はさらに多いというように、複雑な構造をもった森林ほど鳥相が豊かになることはよく知られている。この事実は生態学者に注目され、森林の構造の複雑さと鳥類の多様性と群集構造との関係を示す試みが、おこなわれてきた。まず、MACARTHUR and MACARTHUR (1961) が、温帯林では鳥の多様度と葉層の多様度のあいだに直線関係があることを示した。その後、鳥類群集の構造が森林の構造と密接な関係を持つことも多くの研究で示された (KARR and ROTH 1971, HOLMES et al. 1979, BEEDY 1981, JAMES and WAMER 1982, SHERRY and HOLMES 1985)。しかし、そうした直線関係や (KARR and ROTH 1971, TERBORGH 1977, 1985)、構造の関係 (ROTH 1976) が、とくに地理的に離れている植生の間では、はっきりとは現れないと指摘する研究もある。

森林の構造と鳥類の多様性をめぐる議論は2通りの方向でおこなわれている。その1つでは、CODY (1975) の初期の試論にみられるように、森林の構造を鳥類群集の多様性を説明する要素の一つ (CODY 1975では  $\beta$ -diversity) として扱おうとしている。鳥類群集の多様性が著しく高い熱帯で研究をおこなった TERBORGH (1977, 1985) も、森林の歴史や資源の分布など多くの要素が鳥の多様性に関係していると指摘している。この立場の主張は、論証に多量の熱帯林のデータを必要とすることから、まだ問題提起の段階にある。

もう一方で、空間構造の解析についてもっと検討する余地があると考えられる研究者も多い。JAMES and WAMER (1982) は、少ない変数にもとづいた森林空間の評価よりも、多くの変数を

\*東京大学農学部林学科

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo

多変量解析の手法で扱うことを提唱し、HOLMES et al. (1979) や SHERRY and HOLMES (1985) もそうした分析をおこなって、森林の構造を表す要素の中で何が重要なのかを示そうとした。ROTH (1976) は、森林の空間構造の水平方向と鉛直方向のどちらもが重要で、両者を組み合わせた分析が必要だと述べたが、自身ではその方法を提出しなかった。

本論文では、ROTH (1976) に近い立場から、森林の空間構造の評価方法に問題が残されていると考え、一調査法を提案したうえでその適用結果について議論する。鳥類群集の分析を目的とした植生調査は、単純な葉層の調査 (MACARTHUR and MACARTHUR 1961, KARR and ROTH 1971, BEEDY 1981) しかなく、植生についても、目的とする分析に適した調査をおこなう必要がある。そのために、植生断面図を作成した。この図を利用した樹冠集中度の分析は、葉層多様度のような森林の鉛直方向の構造だけでなく、水平方向の構造も同時にあつかえる。森林の空間構造評価法の幅を、さらに広げることについても議論する。

研究をすすめるにあたって、立花観二教授をはじめ東京大学農学部森林動物学教室の諸氏に、ご指導とご鞭撻をいただいた。植生調査の具体的な進め方の検討あるいは現地調査にあたっては、東京大学農学部森林植物学教室の大学院生、とくに杉田久志氏 (現・岩手大学農学部) にお世話になった。現地で研究を続けるにあたっては、富士演習林の方々にご面倒をおかけした。ここに記して、これらの方々に感謝したい。

## II 調 査 地

調査地は、富士山麓山中湖村の東京大学農学部附属富士演習林 (35°24'N, 138°58'E) およびその周辺地域である。標高は、約985m から1,070m で、北から北東むきの平均約5.5度の緩傾斜地にある。1971年から10年間の年平均気温は9.3°C, 平均年間降水量は2,770mm, 同積雪量は160cmであった。吉良の暖かさの指数と寒さの指数 (石塚1977) を上記10年間のデータから計算すると、それぞれ76.1と-25.5になり、冷温帯にはいる。

調査地の植生は、4つのタイプにわけた (図1)。タイプAでは、約60年生のカラマツが上層の優占種で、ほかにミズキ、ミズナラ、アカマツなどが点在する。亜高木層には、上層木のほかにカエデ類やヤマザクラなどが、低木層にはミツバウツギやハナイカダが比較的密に樹冠を形成する。タイプBでは、カラマツが主な上層木で、広葉樹が亜高木～低木層にわずかに生えている。タイプA, Bともに林の高さは、18～20mである。タイプCは、閉鎖した針葉樹造林地で5～10mの高さがあり、林内のところどころに15m前後のカラマツがある。タイプDは、1.5m前後の低い木本および草本の繁みからなり、ところどころに高さ15m前後のカラマツがある。

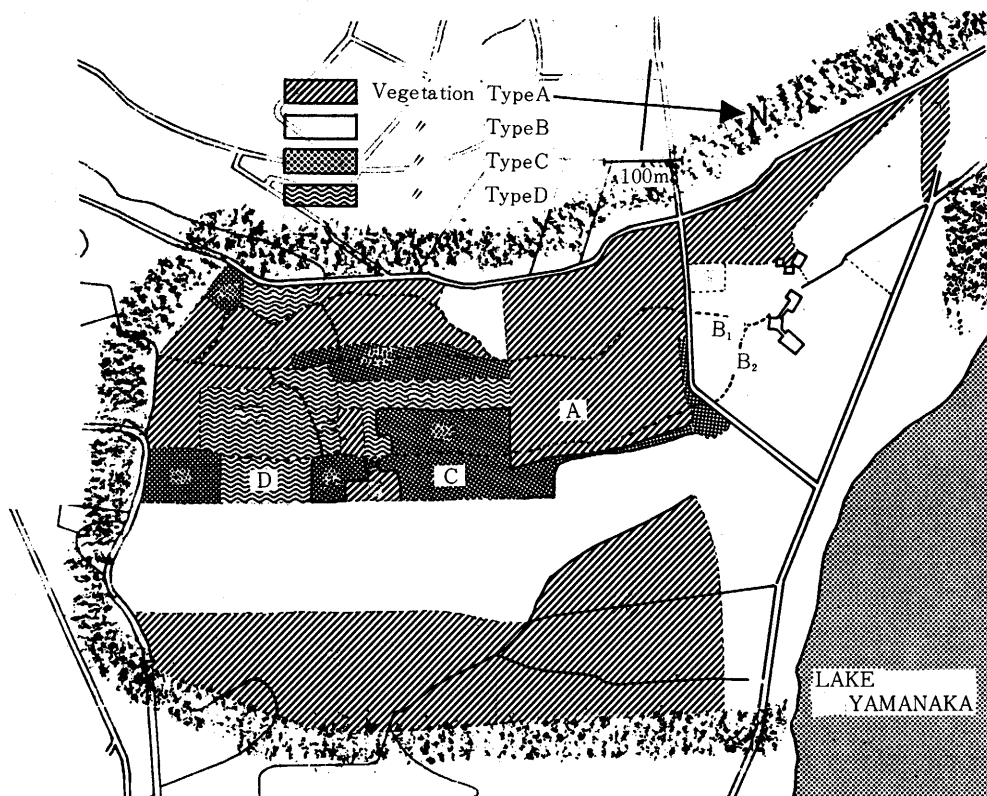


図-1 調査地における4つの植生タイプの分布。

Fig. 1 Vegetation distribution in the research area. See also Fig. 2 and 3 for the vegetation types.

### III 植生断面図

植生断面図の作成のため、各植生タイプの林内で代表的だと判断した位置にサンプルラインを1本(タイプBでは2本)とり(図1A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, D), そのラインの鉛直上方の枝や幹の広がり記録した。調査は2人1組になり、1人が4 mの物差しを鉛直に保ってライン上に立ち、もう1人は枝の展開を記録して植生断面図を作成した。サンプルラインの長さは、A~Dそれぞれ50m, 50mと25m, 20m, 30mとした。これは、ライン上の空間における樹冠の割合の

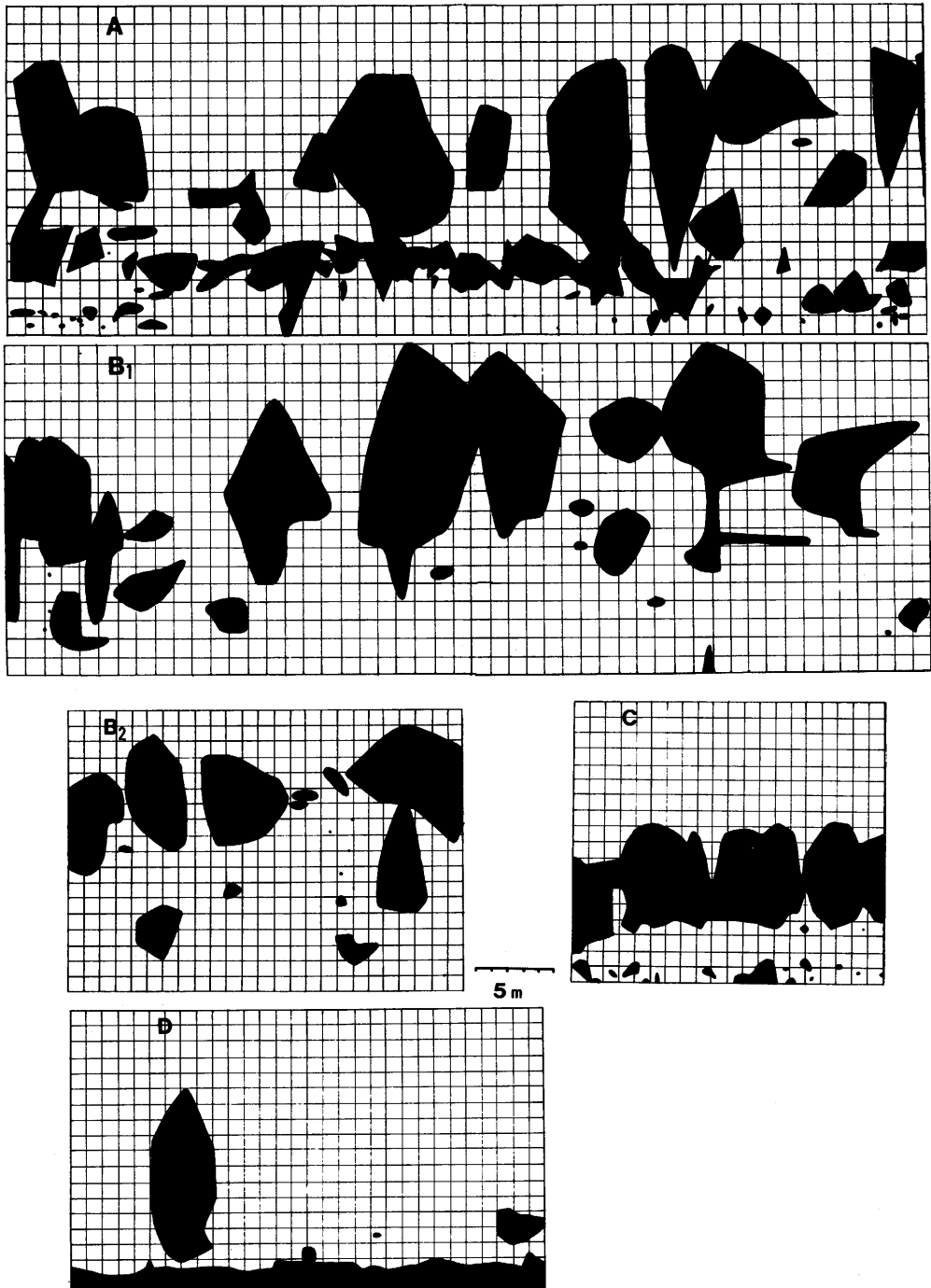


図-2 植生断面図：メッシュの一边は1 m

Fig. 2 Vertical sections of four vegetation types: The volume of crowns were estimated by counting closed meshes. Closed meshes were determined as those more than a third of which were covered with crown shadow(s). The mesh scale is 1m×1m.

変動が十分小さく(約10%：石田，未発表)なる長さの見当をつけて決めた。植生タイプBでは林内が不均一だと認められたので，その変異も示せるように連続して2本とった。調査は，1979年11月19日から21日の3日間，落葉樹の葉が落ちて見通しのよい時期に行った。

えられた植生断面図を図2に示す。植生断面図に1mのメッシュを入れ，各メッシュ内の約3分の1以上に樹冠や樹幹がかかっているものを，樹冠を含むメッシュ(以下，樹冠メッシュと書く)として評価した。1mの高さの層ごとに樹冠メッシュの割合を求めて結んだのが図3である。植生タイプごとに図の大きさ(面積)が異なっているが，MACARTHUR and MACARTHUR (1961)の葉の配置図(Fig. 1)と同様に鉛直方向の樹冠の分布を端的に表している。

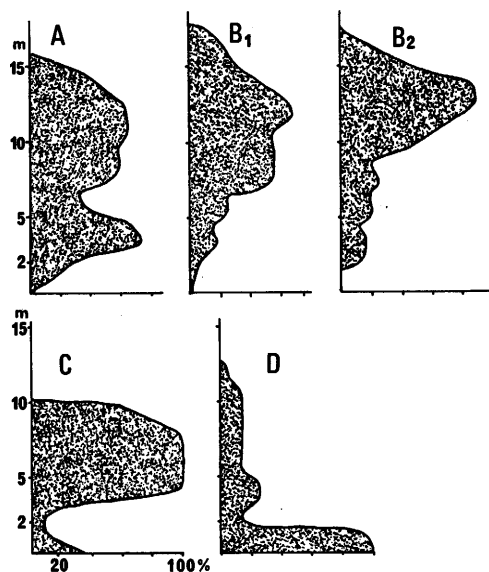


図-3 樹冠の配置

Fig. 3 Crown profiles of four vegetation types: Proportion of closed mesh in each 1m depth layer. See also Fig. 2.

#### IV 葉層多様度と樹冠集中度

高さの層ごとに樹冠メッシュの割合をもとめ，葉層多様度(Foliage Height Diversity)を計算した。多様度指数としては，MACARTHUR and MACARTHUR (1961)に準じ Shannon-Wiener の  $H'$  を用いた。式は，

$$H' = -\sum_i p_i \cdot \log_2 p_i$$

であり，ここで  $p_i$  は， $i$  番目の高さの層における樹冠メッシュの割合である。本研究では葉の量を評価するのではなく，枝の張り方を評価しているのだから，本来の葉層多様度とは異質なもののだが，層を単位として空間構造の特徴を示そうとする目的は共通なので，この言葉を用いることにする。

樹冠集中度は，地上18mまでの範囲で2m×2mの4メッシュを1区画として，その中に含まれる樹冠メッシュを数え，MORISHITA (1959)の  $I\delta$  指数を計算してもとめた。4メッシュを1区画としたのは，水平・鉛直両方向に対して等質で，かつ  $I\delta$  指数を適用できる最小の単位だからである。式は，

$$I\delta = n \sum_i X_i (X_i - 1) / N(N - 1)$$

であり、ここで  $n$  は全区画数、 $X_i$  は  $i$  番目の区画中の樹冠メッシュ数、 $N$  は総樹冠メッシュ数である。

## V 鳥の多様度

鳥の多様性を評価するため、各植生タイプごとに繁殖していたつがい数を概数で把握し、表 1 に示した 4 ランクにわけてそのランクの値を使って鳥の多様度 (Bird Species Diversity) を求めた。多様度指数には、やはり上記の  $H'$  を用いた。ここで  $P_i$  は、各植生タイプのランクの値の合計に対する、 $i$  番目の種のランクの値の割合である。各植生タイプの占める面積は異なるが、 $H'$  では割合  $P_i$  のみが問題なので、面積は直接の影響を持たない。なお、繁殖つがい数には、繁殖期にその植生が、営巣のみでなく採食や休息などの活動の場として重要な位置を占めている場合も含めた。森林の上空で空中採食するイワツバメのような種は含めなかった。なお、表 1 は 7 繁殖期の観察にもとづいた結果である。

表一 1 富士演習林内で繁殖する鳥類および植生タイプ別繁殖ランクと、それにもとづく鳥の多様度

Table 1 Breeding bird species, their breeding status in each vegetation type, and BSD calculated with the status.

species	V. T.	breeding status*			
		A	B	C	D
1. トビ		2			
2. ツミ		1	1		
3. キジ					2
4. キジバト		2		2	
5. アオバト		1			
6. カッコウ		1	1		
7. ホトトギス		1			
8. ヨタカ		1			
9. アオゲラ		3	3		
10. アカゲラ		3	3		
11. コゲラ		3	3		
12. ビンズイ		4	4		
13. サンショウクイ		2			
14. ヒヨドリ		3		3	
15. チゴモズ			1		
16. モズ		1			1
17. アカモズ		1			1
18. コルリ		1			
19. マミジロ		1			
20. トラツグミ		1			

21. クロツグミ	<i>T. cardis</i>	3			
22. アカハラ	<i>T. chrysolaus</i>	4	3		
23. ウグイス	<i>Cettia diphone</i>				3
24. センダイムシクイ	<i>Phylloscopus occipitalis</i>	2			
25. キビタキ	<i>Ficedula narcissina</i>	3			
26. サメビタキ	<i>Muscicapa sibirica</i>	2	3		
27. サンコウチヨウ	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>				1
28. エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>	2	2		
29. コガラ	<i>Parus montanus</i>	3			
30. ヒガラ	<i>P. ater</i>	3			
31. シジュウカラ	<i>P. major</i>	3	3		
32. メジロ	<i>Zosterops japonica</i>	3	2		
33. ホオジロ	<i>Emberiza cioides</i>				3
34. アオジ	<i>E. spodocephala</i>	3			
35. カワラヒワ	<i>Carduelis sinica</i>		2		
36. イカル	<i>Eophona personata</i>	2			
37. スズメ	<i>Passer montanus</i>		3		
38. コムクドリ	<i>Sturnus philippensis</i>	3	3		
39. ムクドリ	<i>S. cineraceus</i>		2		
40. カケス	<i>Garrulus glandarius</i>	3		2	
41. ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	3			
Bird Species Diversity		4.90	3.90	1.91	2.17

- \*ランク1：2～3年に1度，1～2つがい繁殖することのある種。  
 ランク2：毎年，調査地内のその植生で1～2つがい繁殖する種。  
 ランク3：毎年，調査地内のその植生で3～8つがい繁殖する種。  
 ランク4：毎年，調査地内のその植生で9つがい以上が繁殖する種。  
 status 1：1 or 2 pairs breed in the vegetation, not every year.  
 status 2：1 or 2 pairs, every year.  
 status 3：3 to 8 pairs, every year.  
 status 4：More than 8 pairs, every year.

## VI 植生の空間構造との鳥の多様度の関係

植生タイプA～Dの鳥の多様度は，それぞれ4.90，3.90，1.91，2.17となった（表1）。

図2の樹冠メッシュをもとに，1 mの高さの層で計算した葉層多様度と鳥の多様度の関係を示したのが図4である。ここでは，葉層多様度と鳥の多様度の間に直線に近い関係がみられる。しかし，同じ植生タイプBの近接したB<sub>1</sub>(3.85)とB<sub>2</sub>(3.60)では葉層多様度の差が大きく，B<sub>1</sub>の値はA(3.84)と同等になった。これは，サンプルライン上の樹冠がB<sub>1</sub>ではたまたま18mまであり，Aでは16m，B<sub>2</sub>では17mまでしかなかったことによる。

一方，図2と図3から判断して，実際の樹冠層の区切りになっていると思われる，0-2，2-5，5-10，10-15，15+mの5層で計算した葉層多様度と鳥の多様度との関係を見ると，植生タイプDが全体の傾向から大きくはずれるように見える（図5）。同じ植生タイプBであっても，B<sub>1</sub>(1.72)に比べてB<sub>2</sub>の葉層多様度(1.49)は低く，D(1.64)よりも低くさえた。図2のB<sub>1</sub>で見ると，左側の10m分の下層がAのようにこんでいるのがわかる。そこで，この部分を除いた残

りの40mについて同様の葉層多様度を求めると  $H' = 1.58$  となり、図5の△の位置まで  $B_2$  に近くなった。Dでは、左のカラマツをのぞいた残りの20m分で計算すると、 $H' = 0.61$  と多様度がいちじるしく低くなった。データ数は少ないが、Dをのぞいた4点による鳥の多様度と葉層多様度の相関は有意に高かった ( $BHD = 3.62 \cdot FHD - 1.89$ ,  $r^2 = 0.92$ ,  $p < 0.05$ )。

植生ごとの  $I \delta$  指数と鳥の多様度の関係を示したのが図6である。ここでも図4の場合と同じくDの位置がはずれているように見える。 $I \delta$  指数に関しては、 $B_1(1.63)$  と  $B_2(1.65)$  は近く、 $H'$  の場合のように  $B_1$  の右40m (図2) で計算しても  $I \delta = 1.64$  と変化がない。Dの右20mでは  $I \delta = 5.16$  といちじるしく大きくなった。

## VII 考 察

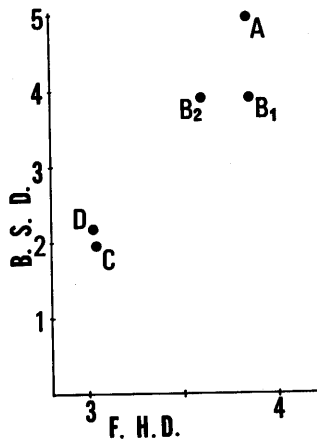
植生を鳥類の生息環境として評価する上で、重要な要素となる空間構造を、植生断面図を作成することによって表し、その図をもとに3通りの分析を試みた。特に樹冠の分布様式をとらえるために、樹冠集中度を求めた (図6) のは、新しい試みと言える。

MACARTHUR and MACARTHUR (1961) らが分析を試みた葉層多様度は、今回、同じタイプの植生内の連続した2つのサンプル ( $B_1$  と  $B_2$ ) にあてはめた場合でも差異を生じた。葉層多様度は、均質でない植生では部位によって変化しやすい値だと予想される。1mの高さの層で比べた結果からもわかるように、 $H'$  は  $i$  の数に敏感なので、層を細かくわけて分析するには適さない。それだけ感度が良いことにもなるが、葉面積の評価精度をそれほど高くすることは期待できず、それに見合った調査方法をとれないことが難点を残している。従来の「基盤目入り板」(MACARTHUR and MACARTHUR 1961) や「カメラと下垂」(BEEDY 1981) を用いた測定には理論的な欠陥はないが、実際の葉の配置を適切に表現していない可能性が残っている。葉の枚数だけを評価の基準とすることにも不自然さがある。なぜなら、樹冠に囲まれた空間も、ヒタキ類の採食空間として利用されることからわかるように、一つの環境要素だからである。

一方、樹冠集中度では、今回は、 $B_1$  と  $B_2$  の差異はほとんどなく、樹冠集中度がこのタイプ内の植生の平均的な特性をよく表していた。樹冠集中度でDが他より著しく大きくなるのは、樹冠の集計範囲が他と同じ地上18mまでで、樹冠メッシュ0の部分が多い結果である。つまり、植生の高さも同時に評価できることになり、この分析方法が有効な一面を示している。

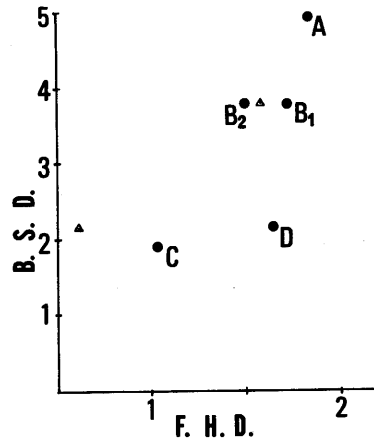
著しく開けた環境である植生タイプDでは、鳥の多様度に対する、5層に区分した葉層多様度と樹冠集中度との関係において、タイプA~Cと異なった傾向を示した (図5・6)。また、葉層幅を1mにした場合と、5層に区分した場合の結果が異なった (図4・5)。さらに、プロット内の高木1本の有無で葉層多様度が大きく左右されることもわかった (図5)。植生タイプDと植生タイプA~Cは、性質の異なったものであり、同じ方法あるいは同じ尺度で比較するの





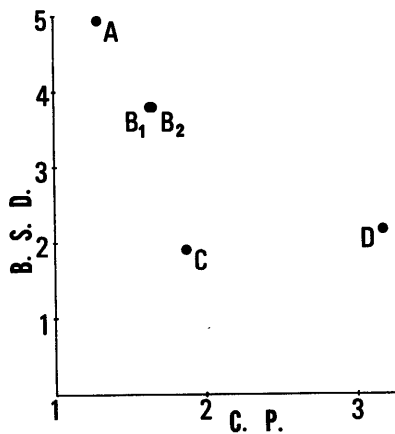
図一4 葉層多様度 (FHD) と鳥の多様度 (BSD) の関係

Fig. 4 Bird Species Diversity and Foliage Height Diversity: FHD was calculated with the number of closed meshes in Fig. 2 of every 1m deep foliage layers. See Tab. 1 for BSD.



図一5 葉層多様度 (FHD) と鳥の多様度 (BSD) の関係: 葉層を2, 5, 10, 15mで区切った5層に分け, それぞれの樹冠メッシュの割合から計算した。

Fig. 5 Bird Species Diversity and Foliage Height Diversity: FHD was calculated with the number of closed meshes in Fig. 2 of the five foliage layers devided at 2, 5, 10, 15m in height. See Tab. 1 for BSD.



図一6 樹冠集中度 (CP) と鳥の多様度 (BSD) の関係

Fig. 6 Bird Species Diversity and Crown Patchness

が誤りだとも考えられる。

以上のことから、さまざまな性質の植生と鳥の多様度の関係を分析する1つの方法として、(1)植生断面図から、まず樹冠集中度一鳥の多様度図を表し、その分布型から類型化したグループ別に(2)葉層多様度一鳥の多様度図を使って比較するというやり方が考えられる。本論文では、狭い範囲での少数のデータしかあつかえなかったが、さらに広範囲の性質の異なった植生について多くのデータを集めれば、上記の分析方法の可否も判断されよう。樹冠集中度については  $I_b$  のみならず 巖の  $m^*/m$  (伊藤他1980) を用いることや、1 m 以外のメッシュサイズによる分析も考えられる。

上記の方法を用いれば、同一の過程で、空間構造と同時に植物の種あるいは種グループも含めた葉層多様度で分析できる。つまり、

$$H' = -\sum_{ij} p_{ij} \cdot \log p_{ij}$$

において、 $p_{ij}$  を  $i$  番目の葉層にある  $j$  番目の植物の樹冠メッシュの割合にすればよい。

TERBORGH (1977) は、ペルーにおいて、標高500m から2,300m までのさまざまな植生と鳥類群集を比較し、鳥の多様度を決める要素は、植生の構造の他に、鳥の利用する資源の多様性や地理的条件、進化的な歴史など多くの要素が関係すると主張した。また、昆虫食の鳥類の種数変化の方が、果実食や花蜜食鳥類のそれよりも大きいというように、鳥の生態が異なることによって、植生変化に対する反応が異なることを示した。BEEDY (1981) は、低木層で生活する鳥類と高木層で生活する鳥類で同様のことを示し、MORSE (1976) は、同じアメリカムシクイ (*Dendroica* : Parulidae) の種間にも、食物資源などが影響して、植生の空間構造となわばりの大きさや個体密度の関係に差異が生じることを示した。同様のことは、本調査地に生息するキツキ類 (Picidae) についてもいえる (石田, 未発表)。温帯で繁殖する鳥類のほとんどが昆虫食であり、その多くが冬季には別の場所へ渡って行くという TERBORGH (1985) の指摘は、鳥類群集の多様性を考えるうえで留意する必要がある。

しかし、鳥の多様性と植生の空間構造の多様性の間にみられる関係は、基本的には MACARTHUR and MACARTHUR (1961) が葉層多様度で示した優美な結論に帰すると考えられる。森林という複雑な生態系の性格を理解することは、大変困難な作業であり、その説明にあたってはつい新しい説明原理を付け加えたいくなる。それによって、新しい展望が開かれる可能性がある反面、間に合わせの説明に終わってしまう危険性もある。有望だと考えられる1つの説明原理をつきつめていくことは、重要な意味を持つ。そうした目的にとって、ここで示した植生断面図の作成は有効な手段の一つとなることが期待される。

## 要 旨

1 東京大学農学部附属富士演習林および周辺の植生を、4タイプに類別し、それぞれの植生タイプについて植生断面図を作成した。それをもとにして、繁殖鳥類の群集と植生との関係を分析した。

2 植生断面図をもとにして、葉層多様度と樹冠集中度を求め、鳥の多様度との関係を比較した。

3 いちじるしく開けた植生であるタイプDをのぞいて、葉層多様度と鳥の多様度の間には、直線的な正の相関が認められた。植生タイプDは、いちじるしく大きい樹冠集中度を示し、その点で他の植生と同等に比較できないと判断された。

4 樹冠集中度は、同じタイプの植生内では変化が少なく、タイプの異なる植生をはっきりと示す性質があるように思われた。葉層多様度は、空間構造の変化を敏感にとらえる特徴を持つものと思われた。

5 鳥類群集の多様性をめぐって提出されている議論についてのべ、植生の空間構造の分析方法に幅をもたせることによって、鳥類群集と植生の構造との関係の多くの部分が明らかになると議論した。植生断面図の作成は、そのための手段の一つとして有効に利用できると期待される。

## 引用文献

- 1) BEEDY, E.C.. (1981). Bird communities and forest structure in the Sierra Nevada of California. *Condor* 83: 97-105.
- 2) CODY, M.L.. (1975). Towards a theory of continental species diversity: bird distribution over Mediterranean habitat gradients. In: *Ecology and Evolution of Communities*, (Eds. by M.L. CODY and J.M. DIAMOND), Harvard Univ. Press, Massachusetts: 214-257.
- 3) HOLMES, R.T., BONNEY, R.E.Jr. and PACALA, S.W.. (1979). Guild structure of the Hubbard Brook bird community: a multivariate approach. *Ecology* 60: 512-520.
- 4) 石塚和雄編。(1977). 群落の分布と環境。朝倉書店。東京：364pp.
- 5) 伊藤嘉昭・法橋信彦・藤崎憲治。(1980). 動物の個体群と群集。東海大学出版会。東京：273pp.
- 6) JAMES, F.C. and WAMER, N.O.. (1982). Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63: 159-171.
- 7) KARR, J.R. and ROTH, R.R.. (1971). Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. *Amer. Nat.* 105: 423-435.
- 8) MACARTHUR, R.H. and MACARTHUR, J.W.. (1961). On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- 9) MORISHITA, M.. (1959). Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. E* 2: 215-235.
- 10) MORSE, D.H.. (1976). Variables affecting the density and territory size of breeding spruce-wood warblers. *Ecology* 57: 290-301.

- 11) ROTH, R.R.. (1976). Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology* 57: 773-782.
- 12) SHERRY, T.W. and HOLMES, R.T.. (1985). Dispersion pattern and habitat responses of birds in northern hardwoods forest In: *Habitat Selection in Birds*. (Ed. by M.L. CODY). Academic Press. Orland.: 283-309.
- 13) TERBORGH, J.. (1977). Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58: 1007-1019.
- 14) ————. (1985). Habitat selection in Amazonian birds. In: *Habitat selection in Birds*. (Ed. by M. L. CODY). Academic Press. Orland.: 311-338.

(1986年5月31日受理)

### Summary

For the purpose of analysing vegetation structure from the view point of breeding bird habitat, "Vertical Section of Vegetation" (VSV; Fig. 2) was figured.

The vegetation in and around the Tokyo University Forest in Yamanakako was classified into four types (VT A-D, Fig. 1). Breeding bird species diversity (BSD; Tab. 1) was estimated in each VT. Two vegetation structure measurements, foliage height diversity (FHD) and crown patchiness (CP) (Fig. 4-6), were estimated from VSV. Indices of BSD and FHD were calculated with Shannon-Wiener's  $H'$  ( $H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$ ) and CP with Morishita's  $I\delta$  ( $I\delta = n \sum X_i(X_i - 1) / N(N - 1)$ ). With CP, both vertical and horizontal structure can be estimated at the same time.

The relationship between BSD and FHD, or BSD and CP was examined among the four VT. FHD was found very sensitive to the heterogeneity within a same VT habitat ( $B_1$  and  $B_2$  in Fig. 4 and 5). FHD of five-foliage-layer was decided available (Fig. 5), but FHD of every 1m deep layer (Fig. 4) was not. Except VT D, which was remarkably open vegetation (Fig. 2 and 3), BSD and FHD of five-foliage-layer correlated significantly ( $r^2 = .92$ ,  $p < .05$ ,  $BSD = 3.62 \cdot FHD - 1.89$ ; Fig. 5). CP of VT D was much larger than those of the others (Fig. 6). Then it was suggested that CP is available to distinguish the qualitative and large differences among habitats, and that FHD, on the other hand, among relative and similar ones.

The author discussed about the combination analysis of BSD and vegetation structure with CP, FHD, plant species and so forth, using the figures of vertical section of vegetation.