

VI. 仙台市青葉山における鳥散布植物の出現

小 南 陽 亮*・高 槻 成 紀*

はじめに

仙台市青葉山一帯はこの地方を代表する自然植生が残されている（吉岡，1952，Sugawara, 1969）。このため動物も多く、鳥類相も豊富である（Ogasawara, 1964, 竹丸, 1990）。これらの鳥類にとって液質または多肉質の果肉をもつ果実は主要な食物のひとつであるが、同時にそのような果実を採食する鳥類は果実中の種子の散布媒体となっていることが知られている。このような植物、すなわち鳥散布植物** (bird-dispersed plants) と鳥類との関係は共進化の一例として近年急速に研究が進みつつあるが（van der Pijl, 1969, Snow, 1971, Herrera, 1981, 1984a, 1984b, Stiles, 1980），我国ではこの分野の研究は著しく立ち遅れしており、基礎的な研究が必要とされている。このような研究は多角的な情報を必要とするため、短期間の調査での成果は限られたものとならざるをえないが、我々はその基礎調査として仙台城跡自然環境総合調査の一環として仙台市青葉山における鳥散布植物の分布状態を調査し、それらが生育環境とどのような関係を持っているかを検討して、いくつかの今後の課題を提示することを目的とした。

**動物散布植物には体外散布と体内散布とがあり、体内散布にはさらにドングリなどの堅果類と多肉質または液果がある。本研究では後者、すなわちWheelwright & Janson(1985) のいうbird-fruit を対象とし、これを鳥食果と仮称することにする。彼らによれば鳥食果とは（1）鳥によって採食されることが知られており、（2）van der Pijl (1969) のいう鳥散布植物の果実の特徴を有するもの、すなわち、しばしば植物体の先端部に着果し、通常直径25mm以下で種子が柔らかい果肉または果種皮につつまれ、成熟時に果肉がサヤなど(husk)で被われていないもの、と定義される。

*東北大学理学部生物学教室

調査方法

調査区は仙台市青葉山にある東北大学理学部附属植物園内と竜の口の一部である。この一帯は仙台地方の丘陵地帯の代表的な植生を残しており（吉岡，1952，Sugawara, 1969, 平吹, 1984, Hirabuki, 1985, 1988），天然記念物にも指定されている。調査区の植生はモミと広葉樹の混交林，広葉樹を主体とする林，ススキ，ヨシなどの草原群落，荒地などからなる。

本調査では，鳥散布植物の多寡とこれらの植生や地形などとの関係を検討するため以下のような調査を行った。

調査区内を東西および南北方向に50m間隔の格子に区切り，これらの中から無作為に抽出した49個の方形区において，方形区内の植生の概要（林冠構成樹や主な下層植生，および卓越する植生型）を記載した後，出現した鳥散布植物*を多寡に応じて次の3段階に区別して記録した。

- 1 方形区内に1～2個体しかない
- 2 方形区内に複数生育するが個体数は少なく，散在している
- 3 方形区内に少なくとも数十個体が生育している，あるいは高木樹種で多量の果実をつける個体が数個体生育している

この評価は果実を生産する大きさに達している個体（成個体）と実生・稚樹とを区別して行った。

このようにして得られたデータを次の3つの植生型に分けた。

オープン型：オープンな場所（草原，荒地，渓谷など）が大部分を占める7方形区

林縁型：林縁を多く含む17方形区

広葉樹林型：広葉樹主体の林が大部分を占める10方形区

モミ林型：モミと広葉樹が混交している林が主である13方形区

そして，それぞれの植生型間で出現した鳥散布植物の種構成と多寡に違いがあるか否かを検討した。

鳥類に関しては定量的な調査はできなかったが，これまでの青葉山地域における観

*前出のvan der Pijl(1969)にしたがい，果実の大きいアケビ類，ホオノキや堅果類であるナラ・カシ類，エゴノキなどは除外した。

察記録（小南, 1988）などを参考にした。

調査結果および考察

1. 成個体の出現

調査を行った方形区内から79種の鳥散布植物の成個体が確認された。成個体の数が多く、生産されている果実の量も多い種は、春結実種（3～5月）ではアオキ、夏結実種（6～8月）ではカスミザクラ、ウワミズザクラ、モミジイチゴ、秋結実種（9～11月）ではイヌツゲ、ムラサキシキブ、ヤブムラサキ、アオハダ、ミヤマガマズミなど、冬結実種（12～2月）ではイイギリ、ヤブコウジであり、これらの種はそれぞれの季節において鳥類の餌となる果実の代表的なものである。

一方、果実食鳥で多く観察された種は、周年生息しているヒヨドリと冬鳥のツグミであった。ヒヨドリではアオキ、キヅタ、カスミザクラ、ミズキ、モミジイチゴ、ヤマグワ、イイギリなど、またツグミではガマズミ、ツルウメモドキ、ムラサキシキブ、ノイバラ、ヤマウルンなどの果実を採食するのが観察された。

調査を行った方形区内に成個体が出現した鳥散布植物のうち、出現した方形区数が5以上であった41種を対象に植生型ごとに成個体の多寡を検討したところ、表1のような4グループに分けられた。

1) 林内—林縁種

林内—林縁種とは調査方形区のうち林縁型、広葉樹林型、モミ林型いずれにも出現し、これらの方形区間で成個体数の多寡に特に違いがなかった種で22種があった。このグループにはカスミザクラ、イイギリ、ミズキのような高木、亜高木層を構成する樹種と、アオキ、ヤブコウジ、チゴユリのようにうっ閉した林冠下の林床でも生育する低木や草本のほか、ミヤマガマズミやオトコヨウゾメなど明るい林の林床や小さな空所で多く生育していた種もあった。またこれらの種でも竜の口渓谷の谷底のように搅乱の激しい場所で少數みられることもあった。このグループでは、春夏結実種は4種（18.2%）しかなく、大部分（81.8%）は秋冬に果実が成熟するものであった。

仙台城址およびその周辺地域の動物

表1 青葉山における鳥散布植物（成個体）の出現

1：方形区内に生育している個体は1～2個体のみ。

2：方形区内に複数個体が生育しているが、個体数は少なく散在している。

3：方形区内に少なくとも數十個体または高木樹種で多量の果実をつける個体が複数生育している。

* B: ササのヤブ, C: スギ林, D: 広葉樹林, F: モミ・広葉樹混交林, Gp: 草地, P: アカマツ・広葉樹混交林, R: 荒地, S: 流水路のある沢, V: 溪谷の谷底

環境の概要*	オープントリニティ		林縁方形区										広葉樹林内方形区				モミ林内方形区																
	Gr	Gr	V	V	V	V	V	V	R	R	D	S	S	S	S	D	F	F	D	P	P	P	P	C	Gp	P							
種数	2	1	0	1	1	2	2	1	4	1	4	1	6	1	4	1	8	2	6	1	8	1	3	1	4	1	0	1	4	8	9		
林内—林縁種																																	
アオキ	•	•	•	•	•	•	2	•	2	3	1	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	3	3	3		
イヌツゲ	•	•	•	•	•	•	•	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1		
ヤフムラサキ・ムラサキ シキブ	•	•	•	1	•	•	2	2	3	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1		
アオハダ	•	•	•	•	•	•	1	•	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2		
ミヤマガマズミ	•	•	•	•	•	•	2	•	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2		
カスミザクラ	•	•	1	1	•	•	2	•	2	•	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2		
コシアブラ	•	•	•	•	•	1	1	•	•	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
オトコヨウゾメ	•	•	•	•	•	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		
チゴユリ	•	•	•	•	•	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	3	1	3	2	2			
シラキ	•	•	•	•	•	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2			
タカノツメ	•	•	•	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		
ヤブコウジ	•	•	•	•	•	2	2	2	•	2	2	2	2	2	1	3	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
ウワミズザクラ	•	1	1	1	1	2	1	2	•	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	
ヤマウルシ	•	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
ツタウルシ	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
ジャノヒゲ	•	•	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	
ウメモドキ	•	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
イイギリ	•	•	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
カマツカ	•	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ツルウメモドキ	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ミズキ	•	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
ツリバナ	•	•	•	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
広葉樹林—林縁種																																	
オオバクロモジ	•	•	•	•	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
サンショウウ	•	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
サルトリイバラ	•	•	•	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ツルリンドウ	•	•	•	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
林縁種																																	
ガマズミ	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
キヅタ	•	•	•	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
シロダモ	•	•	•	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ヤブデマリ	•	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ノイバラ	•	•	•	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ヘビイチゴ	•	•	•	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ヘクソカズラ	•	•	•	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
林縁—オープントリニティ	1	2	•	2	1	•	1	1	1	1	2	3	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
モミジイチゴ	•	•	1	2	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ノブドウ	•	•	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ニガイチゴ	•	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
タラノキ	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
キブシ	•	1	2	2	1	2	1	1	1	2	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ヤマグワ	•	•	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
クサギ	•	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ニワトコ	•	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

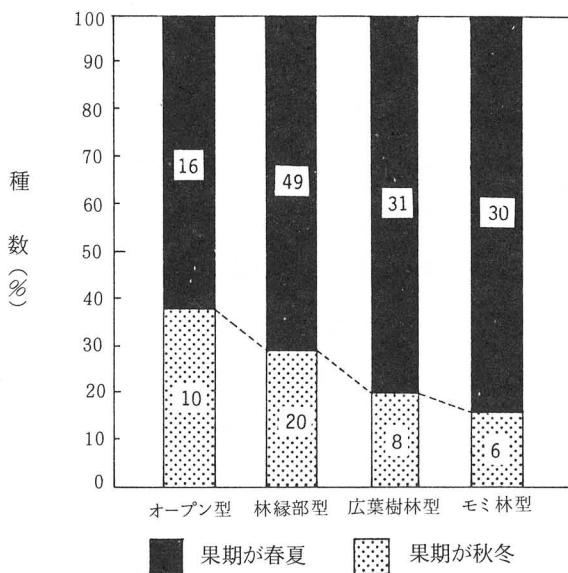


図1 各植生タイプにおける鳥散布植物の種構成。
グラフ内の数字は種数

2) 広葉樹林—林縁種

広葉樹林—林縁種とは比較的明るい広葉樹林型と林縁型に出現した種で、4種あった。これら4種は広葉樹林でもうっ閉した林冠下やモミ林では少なかった。また4種とも秋冬に成熟する種であった。

3) 林縁種

林縁種とは林縁型で多かった種で、9種がこれに属した。これらは主に林縁で生育していた種であるが、林内でも空所では生育していることがあった。このグループでは春夏が果期である種が2種(28.6%)、秋冬が果期である種が5種(71.4%)であり、林内—林縁種と同様秋冬に果実をつける種が多かった。

4) 林縁—オープン種

林縁—オープン種とは林縁型とオープン型で多く、林内でも空所などの明るい場所に見られた種で、8種がこれに該当した。これらのうちモミジイチゴ、キブシ、ニワトコが多く、多量に果実をつけている個体が目立った。これらの種でも林縁種と同様に林内の明るい場所で少数生育していることがあった。このグループでは春夏が果期である種が5種(62.5%)、秋冬が果期である種は3種(37.5%)と、春夏結実の種が多いのが特徴的であった。

Thompson & Willson(1979) はアメリカ、イリノイ州のカエデ林で鳥の量と植物の結実状態との関係を調査し、果期から夏型、秋型、冬型を区別して、秋型の結実が鳥の渡りと同調していることを見いだした。またStiles(1980) は結実パターン、種子サイズ、成分などをもとに植物を4群に分けて、鳥類による採食との関係を論じた。今回の調査では結実の季節性に関して充分な検討は行われなかつたが、このような結実特性にもとづいて植物を類型して鳥散布との関係を見直すことにより、鳥類と種子散布に関する新たな知見が得られる可能性が示唆された。

林内—林縁の種数が多いことから、鳥類の餌となる果実が林内、林縁部を問わず広く存在することが示された。しかしこれらの種が生産する果実の量が林縁部と林内とで異なる可能性があるため、このことからただちに餌となる果実が森林全体に均一に存在しているとは言えない。

林縁型の方形区にはいずれのグループの種も少なからず出現しており、林縁型に出現した種の数が他の植生型と比べて多い傾向があった(表2)。このように林縁部には生育環境の異なる種が重複して出現するため林内やひらけた場所に比べて鳥類の餌となる果実が多様であった。このことから鳥類の餌となる果実は均一には存在しているのではなく、むしろ林縁部では林内と比べて果実の量が多いと考えられ、実際の観察と一致するものであった。一方ひらけた場所に高頻度で出現する種は少なく、林縁部や林内と比べて全種数もやや少なかった(表2)。

表2 各植生型における鳥散布植物の種数

	方形区数	平均値 ± S.D.	最大	最小	有意差*
成個体					
オープン型	7	9.14 ± 8.01	22	1	a
林縁部型	17	19.35 ± 5.13	27	4	b
広葉樹林型	10	14.11 ± 2.69	18	9	a
モミ林型	13	11.31 ± 3.29	16	6	a
実生・稚樹					
オープン型	7	2.71 ± 2.76	7	0	c
林縁部型	17	7.65 ± 4.27	15	1	d
広葉樹林型	10	8.67 ± 4.22	14	2	d
モミ型	13	8.92 ± 3.45	15	4	d

* シンボルが異なると有意差あり ($p < 0.05$, Wilcox)

以上の結果から青葉山では広葉樹林やモミ林の林縁部で鳥散布植物が多いこと、

仙台城址およびその周辺地域の動物

表3 青葉山における鳥散布植物（実生、稚樹）の出現

1：方形区内に生育している個体は1～2個体のみ。

2：方形区内に複数個体が生育しているが、個体数は少なく散在している。

3：方形区内に少なくとも數十個体または高木樹種で多量の果実をつける個体が複数生育している。

* B : ササのヤブ, C : スギ林, D : 広葉樹林, F : モミ・広葉樹混交林, Gp : 大きな空所, Gr : 草地, P : アカマツ・広葉樹混交林,

R: 荒地, S: 流水路のある沢, V: 溪谷の谷底

ひらけた場所や竜の口渓谷の谷底のような不安定な環境の場所では秋冬に餌となる果実が少ない傾向のあることが明らかになった。

2. 実生・稚樹の出現

植生型に対する実生・稚樹の分布の偏りは成個体の場合と比べると顕著でなかった（表3）。実生・稚樹では出現頻度が低いために分布の傾向が把握できなかつた種が少なくなかったが、いくつかの種では明らかに成個体のそれと異なる傾向を示した。例えばガマズミ、キヅタなどでは成個体は明らかに林縁部に偏って生育していたが、実生・稚樹は広葉樹林やモミ林内にも広く分布していた（図2a, b）。またモミジイチゴの場合、成個体は林縁部からひらけた場所にかけて多かったが（表1、図2c）、実生・稚樹はそのような場所には少なく、逆に林内にもかなり見られた（表2、図2c）。スペインで同じキイチゴ属の *Rubus ulmifolius* を調べた Jordano(1982) によると、この種は林内と川辺とで結実状態に著しい違いがあり、鳥による採食は本種の大きさや生育地、そして結実季節と関連していたという。

一方、出現種数についても成個体では林内型（11～14種）よりも林縁型（19.4種）で多くなる傾向があったが（表2）、実生・稚樹では林縁型（7.7種）と林内型（8～9種）との間とで違いがなく、むしろ林内型で種数が多い傾向があった（表2）。このように多くの種で実生・稚樹は成個体の場合のような林縁部と林内での顕著な違いはなかった。このことは、いくつかの種では種子はさまざまな生育地に広く散布されるため、実生・稚樹は森林全体に広く分布するが、その後の生育過程で違いが生じ、林縁部や空所など光条件の良い場所では果実を生産するまでに成長する個体があるということを示唆する。

このように鳥散布植物のいくつかの種は明らかに林縁的な環境を好んで生育している。同時に鳥のハビタット利用もこれに対応している可能性がある。Thompson & Willson(1978) はアメリカのイリノイ州の林で *Prunus serotina*, *Phytolacca americana*, *Vitis vulpina* の3種の果実を、実験的に空所、林縁、林内に置いて鳥による持ち去り量を調べ、いずれの種でも前二者では林内よりも早く持ち去られることを示した。また、ツグミ、ヒヨドリなどは明らかに林縁部でよく発見されており、彼らのハビタット利用が鳥散布植物の分布と関連している可能性がある。また種子の供給源がない場所にも実生・稚樹が生育していることと鳥類が種子を運

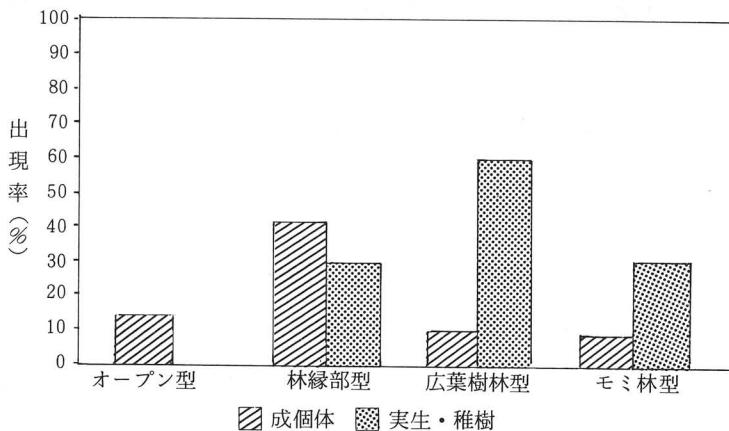


図 2-a カマズミの成個体と実生・稚樹の出現

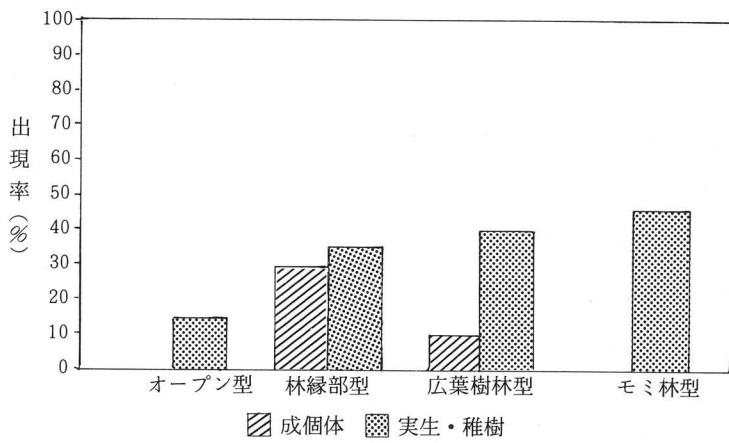


図 2-b キヅタの成個体と実生・稚樹の出現

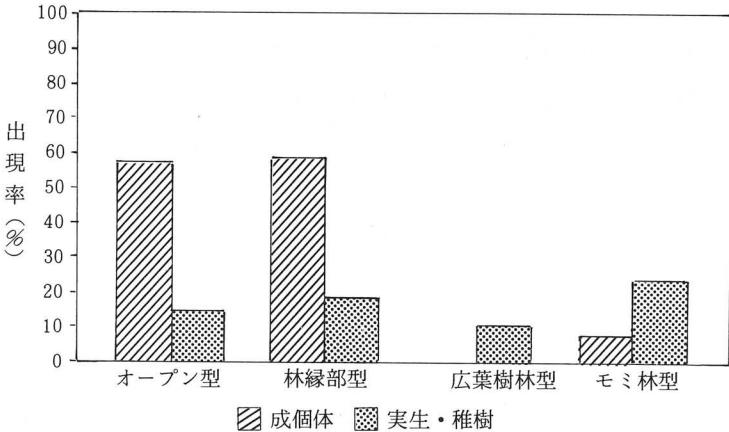


図 2-c モミジイチゴの成個体と実生・稚樹の出現

んでいることとが関連している可能性もあり、これらの点を明らかにすることが今後の課題として残された。

ま　と　め

仙台市青葉山において鳥散布植物の出現状態を調査した。

- (1) $50 \times 50 \text{ m}^2$ の方形区49個を、優占する植生型によって4つのタイプ（オープン型7個、林縁型17個、広葉樹林型10個、モミ林型13個）に分け、それらの方形区において鳥散布植物の多寡を3段階（少ない、普通、多い）に分けて記録した。
- (2) 79種の鳥散布植物が確認されたが、このうちアオキ、カスミザクラ、ウワミズザクラ、モミジイチゴ、イヌツゲ、ムラサキシキブ、ヤブムラサキ、アオハダ、ミヤマガマズミ、イイギリ、ヤブコウジなどは特に果実量が多かった。
- (3) 主要な鳥散布植物41種を出現植生型に応じて次の4群に分けた。
 - ①林内—林縁種：アオキ、イヌツゲ、ムラサキシキブ、ヤブムラサキ、アオハダ、ミヤマガマズミ、カスミザクラ、チゴユリ、タカノツメ、ヤブコウジなど22種。大部分（81.8%）は秋冬結実。
 - ②広葉樹林—林縁種：オオバクロモジ、サンショウ、サルトリイバラ、ツルリンドウの4種。
 - ③林縁種：ガマズミ、シロダモ、ヤブデマリなど9種。71.4%が秋冬結実。
 - ④林縁—オープン種：モミジイチゴ、ノブドウ、ニガイチゴ、タラノキ、キブシなど8種。秋冬結実種は少なく、62.5%は春夏結実種。
- (4) 実生・稚樹の出現は成個体に比べて植生型との対応が不明瞭であった。これは種子散布は広く行われるが、その後の生育過程で量的な濃淡が生じるためと推察した。

引　用　文　献

- Herrera, C.M. 1981. Are tropical fruits more rewarding to dispersers than temperate ones? Am. Nat., 118: 896-909.

- Herrera, C.M. 1984a. Adaptation to frugivory of mediterranean avian seed dispersers. *Ecology*, **65** : 609–617.
- Herrera, C.M. 1984b. Seed dispersal and fitness determinants in wild rose: combined effects of hawthorn, birds, mice, and browsing ungulates. *Oecologia*, **63** : 386–393.
- 平吹喜彦. 1984. モミ林構成樹種のフェノロジー. *日本生態学会誌*, **34** : 235–238.
- Hirabuki, Y. 1985. Litterfall and its fluctuations in a fir (*Abies firma*) forest over three years. *Saito Ho-on Kai Museum Res. Bull.*, **53** : 1–11.
- Hirabuki, Y. 1988. Significance of viable seeds of several woody pioneers stored in the soil of a temperate mixed forest. *Ecol. Rev.*, **21** (3) : 163–168.
- Jordano, P. 1982. Migrant birds and the main seed dispersers of blackberries in southern Spain. *Oikos*, **38** : 183–193.
- 小南陽亮. 1988. 鳥類の採食による種子散布に関する研究—生物季節、散布量および空間分布パターン—. 東北大学理学研究科博士論文.
- Ogasawara, K. 1964. The avifauna and the seasonal change of the passerine birds in the Aobayama Botanical Garden of the Tōhoku University. *Sci. Rep. Tōhoku Univ., Ser. 4 (Biol.)*, **30** : 57–65.
- Snow, D.W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis*, **113** : 194–202.
- Stiles, E.W. 1980. Fruits, seeds, and dispersal agents. In (ed. Abrahamson, W.G.) “Plant–Animal Interactions” : 87–122. McGraw Hill Book Co., N.Y.
- Sugawara, K. 1969. Ecological studies in the botanical garden of the Tohoku University, I. Present status of the vegetation. *Ecol. Rev.*, **17** (3) : 209–216.
- Thompson, J.N. & M.F. Willson. 1978. Disturbance and the dispersal of fleshy fruits. *Science*, **200** : 1161–1163.
- Thompson, J.N. & M.F. Willson. 1979. Evolution of temperate fruit/bird interactions: phenological strategies. *Evolution*, **33** : 973–982.
- 竹丸勝郎. 1990. 仙台城址およびその周辺地域の鳥類. (加藤陸奥雄・中川久夫・大橋広好編)「仙台城址の自然」. 仙台市教育委員会.
- Wheelwright, N.T. & C.H. Janson. 1985. Colors of fruit displays of bird-dispersed plants in the tropical forest. *Am. Nat.*, **126** : 777–799.
- Van der Pijl, L. 1969. “Principles of Dispersal in Higher Plants”, Springer-Verlag, N.Y.
- 吉岡邦二. 1952. 東北地方森林の群落学的研究, 第1報, 仙台市附近モミ—イヌシデ林地帯の森林. *植物生態学会報*, **1** : 167–175.