

# 西ジャワ，パングランゴ山山地林における 落葉落枝などの季節変化

## I 調査方法

西ジャワの最高峰，パングランゴ山（3,019m）の標高1,600m付近の山地林において落葉落枝量などの調査をおこなった。リタートラップを設置し，落下してくるものを集めてみると，葉，枝，花，果実，昆虫遺体，虫糞などの要素にわけることができる。これらの落下量をとらえ，かつその量がどのような季節変化を示すかを知るために，1年間の要素別の変動をみた。また要素内においても，樹種によって季節性は変化するかもしれない。そのために落下量ができるだけ細かく樹種にわけて，樹種ごとの季節性をみるようにした。同時に，樹種ごとの季節性をひき起こす要因は何であるかを検討してみた。

熱帯林での落葉落枝の測定例は大変少なく，東南アジアの山地林では，Edwards と Grubb (1977) によるニューギニア山地の例があるのみである。低地でも小川 (1974) の例があるにすぎない。

本調査で使用したトラップは1m×1mの底面積をもつもので，側面の高さが20cmの板で四方を囲み，底面はビニールコーティングした1mmの網目の金網で作成した。このトラップを37個，1haのプロット内にランダムに設置した。測定開始は1969年の4月29日から1年間である。リターの回収は，1週間に1度日を決めておこなった。採集したリターは，チボダス植物園の実験室にて数日自然乾燥した後，葉，花，果実などではできるだけ細かく樹種ごとに分類した。枝，地衣蘚苔類，昆虫遺体，糞などは単に要素としてわけた。樹種別にも要素別にも分類不可能なものはその他とした。

トラップごとにわけたこれらの試料を日本へ送り，京都大学農学部において，熱風乾燥器によって80°C，48時間乾燥した。インドネシアから日本へ送る際

に紛失したものは皆無であった。また、輸送期間中に腐敗などを認めたものもなかった。秤量は、分類された試料一つ一つについて0.01グラム単位まで測定した。

## II 1年間の落葉落枝などの総量

1週間に1度あつめられたリター量は37m<sup>2</sup>あたりの量となり、この値を1年間累積すると37m<sup>2</sup>あたりの1年間のリター総量を得る。ヘクタール当りに換算すると、5.96ton/ha. yr という値になった。この値の信頼度95%に対する信頼区間は、5.958±0.645 ton/ha.yr となった。熱帯山地林の落葉落枝量の一例である Edwards らは、ニューギニアの標高2,400~2,500m 付近の地上部現存量310ton/ha., 最高樹高37mの山地林で、16個の1m<sup>2</sup>のトラップを4プロットに計64個ならべて、1年間のリター量を測定したところ、平均7.55 ton/ha.yrの値を得たという。この値とくらべてみると、パングランゴ山での値は標高がずっと低いにもかかわらず、かなり小さな値となっている。

リターの内容を構成要素別にみると、表1に示したようになる。葉に分類した中には、高木、低木、シダ、草本、着生植物、つる植物など、プロット内に存在するあらゆる種類の植物体の葉を含んでいる。樹皮や地衣鮮苔類などは、落枝に付着しているものは含まず、独立にトラップ内にあるもののみ分類した。花は花卉だけの場合や、花梗のついたものもある。果実と種子も、果実だけの場合や種子だけの場合などがあるが、いっしょにした。虫糞は、その形状や色彩によって、かなり区別できるが、どのような動物類によるものかは判定していない。虫類の遺体も種にわけるとはしなかった。「その他」に含まれるものの大部分は、粉碎の程度が著しく、原型を推定することが全くできないものだけに限った。樹種ごとにわけたのは、葉、花、果実と種子である。これらの中でも樹種にわけられないものは、それぞれの要素内で、分類不可能としてあつかった。

量的な割合をみると、葉がもっとも多く、75.6%を占めている。小村・安藤

表1 構成要素別リター量

	ton/ha.yr	%
Leaves	4.504	75.60
Branches	0.942	15.80
Barks	0.030	0.50
Lichens & Mosses	0.046	0.76
Flowers	0.189	3.18
Fruits & Seeds	0.201	3.38
Feces	0.011	0.19
Animal bodies	0.001	0.02
Others	0.034	0.56
Total	5.958	100.00

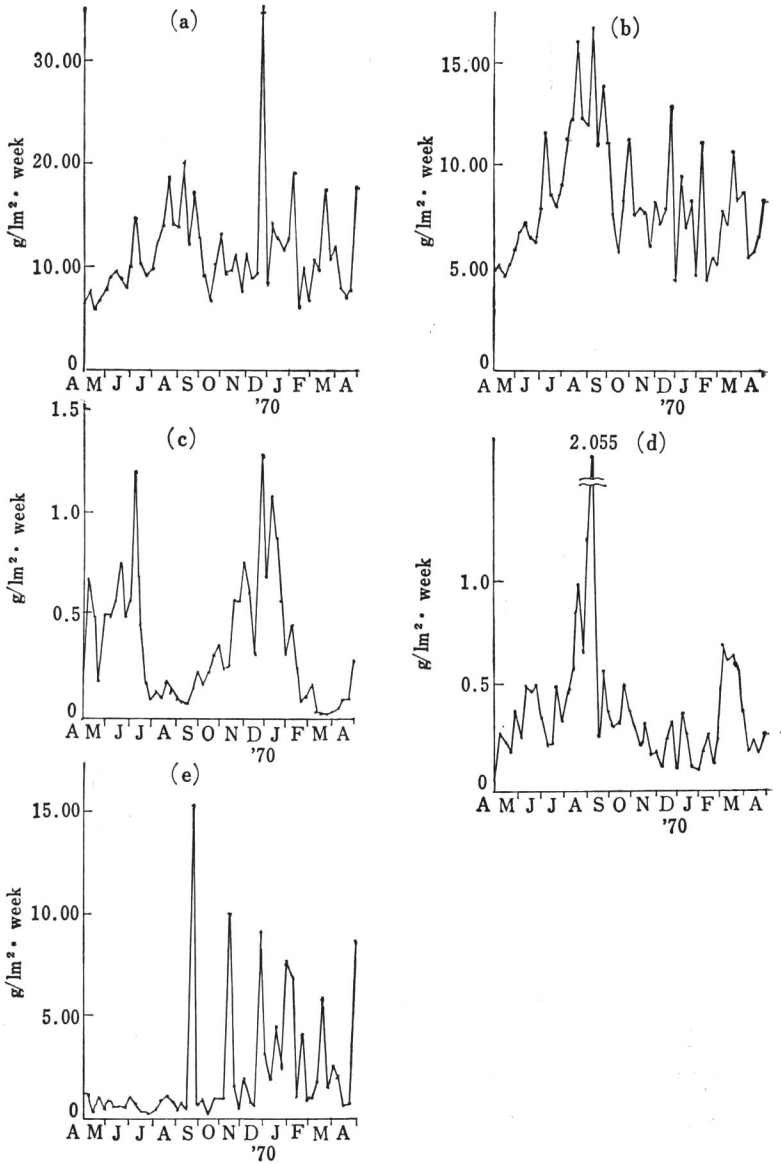
(1970)は九州の常緑樹林で落葉量がリター量の74.1%を占めていると報告している。熱帯多雨林のマレーシア、パソール林では、落葉量比は60%であったという。ヒノキ人工林では、75.0~81.1% (斎藤, 1972)をしめ、いずれをみても、リター量の中で葉の占める割合は最も大きいことを示している。

落枝量は15.8%を占めるが、九州照葉樹林では11.3%、パソールで26%、ヒノキ人工林で11.0~12.9%となる。

花と果実・種子の量は、後者がやや多く、両者あわせて6.5%をしめる。九州の照葉樹林では果実量が花の量の3倍強を占め、両方で14.6%とかなり大きな比率を示している。ヒノキ林では3.4%であり、パソールでは4.2%と小さい。他の虫糞、樹皮などはすべて1%以下である。

### Ⅲ 落葉落枝などの季節変化

落葉落枝などの総量ならびに構成要素が、1年間どのような季節変化をするかを図1に示した。総量の季節変化をみると(図1(a))大変凹凸の多い動きがみとめられる。8~9月を中心にした一つのピークと、12月末の大きいピーク、1~2月にみられるピークなどがあるが、このままでははっきりした傾向はつかめない。この総量の内容を構成要素別に分類してみると、それぞれの要素のもつ季節変化は、それぞれ特徴をもっていることがかなりはっきりとわかる。もっとも量の多い落葉量の変化は図1(b)にみられるように8~9月を中心にした大きなピークをもつ。他の月にも多かれ少なかれ落葉があって、量的にはかなり変動している。季節性がさらに明確になるのは、花の落下量である。図1(c)に示したとおり、7月と12~1月に二つのきわだったピークがみとめら



(a)総量, (b)葉量, (c)花量, (d)果実・種子量, (e)枝量

図1 落葉落枝量の季節変化

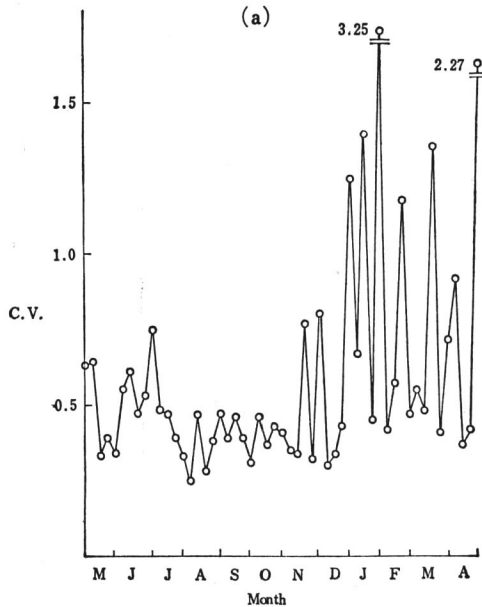


図2 変動係数の動き (a)全量

れる。この二つのピーク以外の月は、量的にずっと少なくなる。この花の季節性と対応するのが果実の落下量である。図1(d)にみられるように、8～9月を中心に大きなピークがあり、次のピークは3月にみられる。これらのピークの位置は、ちょうど落花量の二つのピークに引き続いて生じている。

花、葉、果実の季節性とは異なる傾向を示すのが枝(図1(e))である。9月に最も大きいピークが一つあり、11月、12月、2月、3月、4月とかなり幅のせまいピークが林立している。5月から8月にかけてはピークは見られない。図には示さないが、他のリター構成要素のうち地衣鮮苔類などは枝型を示した。また昆虫類の遺体や糞などは乾季にやや多い傾向がみられた。

全リター量の落ち方のばらつきをみるため1週間ごとに37個のリタートラップに落ちた全量をもとに変動係数を計算した。図2(a)に変動係数の1年間の変化を示した。変動係数の値は、12月末まではほぼ0.5を中心にして上下した動

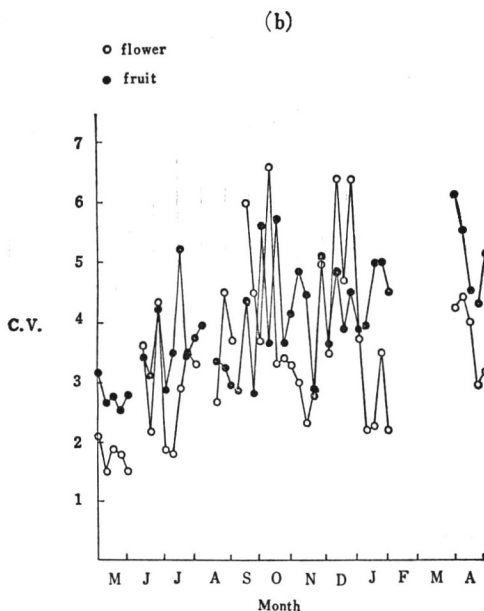


図2 変動係数の動き (b)花と果実

きでそのうちでも7月始めから11月中旬までは一定して0.5以下の小さな値を示している。ところが12月末になると変動係数の値は、1.25となり、それ以後は5回にわたり1.0を越す大きな値となる。最大値は1月28日の3.25である。

リター全量を構成要素にわけてみると、各要素の変動係数の値は増加する(斎藤, 1972)。ここでは種名の判明した花と果実についての37個のトラップで判定した毎週の変動係数の値の1年間の変化を図2(b)に示した。全量の場合とくらべると変動係数の値はずっと大きくなって、花では10月8日に6.6、果実では4月1日に6.2を示している。全体的な動きも全量の傾向とは異なり、凹凸のピークの移動がかなり頻繁に起こっている。

全量の場合には枝などがかなり局所的な落ち方を示して、変動係数に大きな値を与える原因になることが考えられる。花、果実については、量的に少ないものが、花、果実の落下量の季節変化でみたような傾向で落下する。花に関し

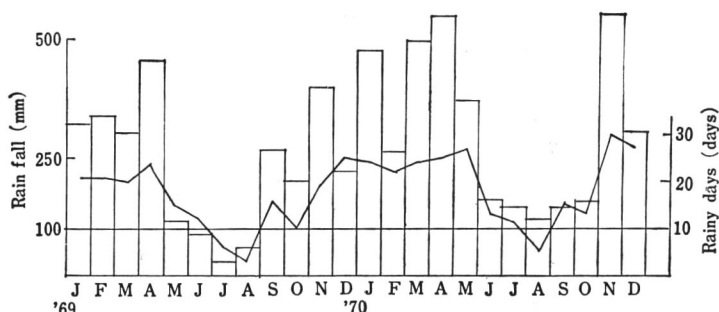


図3 パチェット測候所における1969～1970年の月別雨量変化

ていえば、落下量の少ない時の方が変動係数の値は大きく、多い時ほど小さい。果実については傾向は一定しない。

ここで、リターを測定した全期間に降雨量がどのように分布していたか、その季節変化を調べてみよう。当時のチボタス植物園の雨量計は観測不能になっていたので、チボタスの東約6 kmにあるパチェット (Pacet) 測候所(標高1,200 m)のデータによることにした。図3には1969, 70年の2カ年にわたる月別雨量と降雨日数がかかっている。この図をみると、年間を通じて降雨量にかなり明瞭な差があることが読みとれる。すなわち、1969年の1～4月までと、9～12月までは降雨量が多いが、5月から8月にかけてはずっと減少する傾向がみられる。1970年に入ると、5月までは降雨量は大きく、7月から10月にかけて減少する。1969年の6～8月の降雨量は月100mmより少なくなる。1970年には100mm以下にはならないが、やはり減少傾向がみられる。西のモンスーンの卓越する期間は多量の降雨量がみられ、この2年間での最大値は1970年の4月に500mmを越えた値を記録している。このような傾向をみると、リター採取をおこなった1969年の5月から8月までは乾季、9月から4月までは雨季と考えることができる。

1年を乾季と雨季にわけて考えると先に構成要素でみた傾向は、葉では乾季から雨季の前期にかけてピークがみられ、花は乾季と雨季にそれぞれピークがみられ、果実は乾季から雨季の前期に大きなピークがあり、小さなピークが雨

季後期にみられるということが出来る。傾向の全く異なった枝の落下量はほとんどが雨季に集中しているといえる。枝とともに地衣鮮苔類などが雨季に集中するのは、いずれも雨や雨にもなう一時的な強風によって落下するものが多いことを示していると考えてよいだろう。

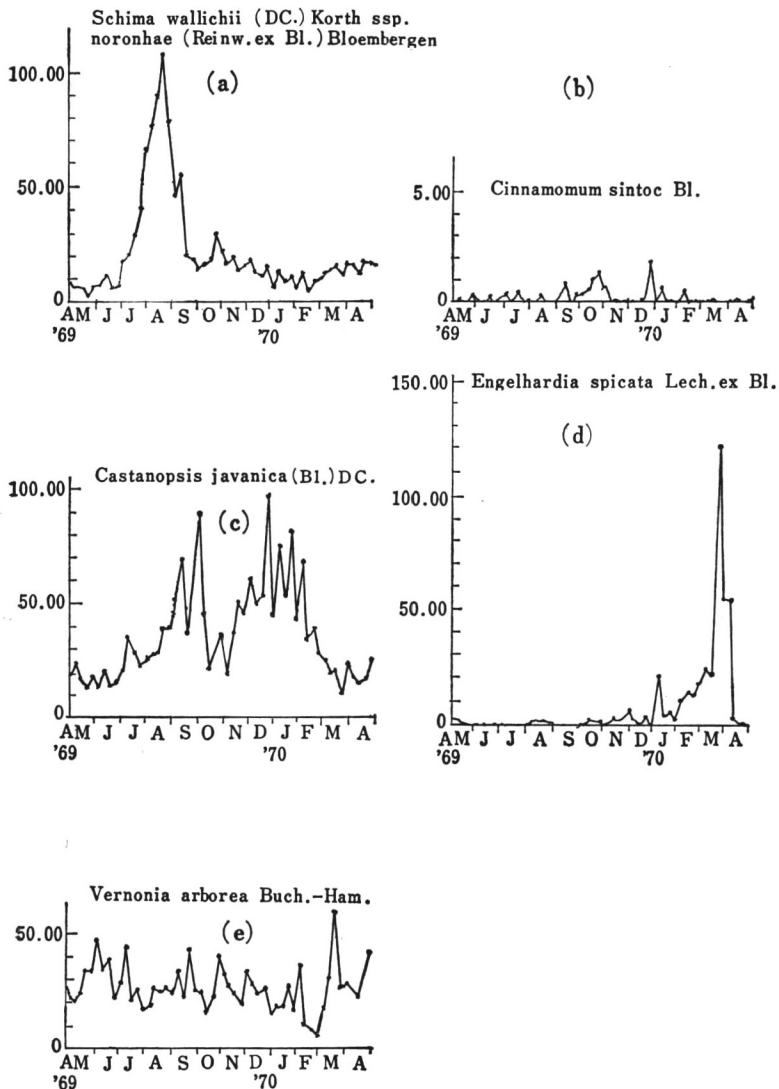
葉、花、果実などは、枝の場合のように風雨などの物理力によるだけでなく、気候の変化にもなう植物自身もつ内的な性質が落下量に影響していると考えられる。このような生理—生態的な反応は、樹種ごとに特徴をもつことが考えられる。そのためには、リターを樹種ごとに分類した上で論を進めなければならない。花、果実については、落下量が少ないため、ここでは葉の落下量を樹種ごとに分類した結果について次に述べる。

#### Ⅳ 樹種ごとにみた落葉量の季節変化

落葉量の全リター量に対する割合は、すでに見たように75.6%を占めている。このすべてについて分類できるものを樹種ごとに分類した結果を、高木、低木、草本、シダ類、着生小木類、つる植物にわけてみた。それぞれの中で分けられた種数は、高木51種、低木14種、草本6種、シダ類26種、着生小木類23種、つる植物24種であった。このプロットの種組成からみると、高木では57種のうち51種と、約90%近い割合がリター量として採取されている。他のグループの場合も、草本類を除いてほぼ同じ割合或いはそれ以上の採取効率を示している。葉リターの中では当然のことながら高木の葉が最も大きい割合をしめているので、ここでは高、低木について調べてみたい。落葉量が少量で季節性の判定が不可能と思われるものについてはあえてとりあげなかったため、季節性が識別できた高、低木類は38種類である。これらの種類の季節変化を調べると次の五つの型にわけられる。

乾季落葉型——乾季に落葉のピークがみられるもので、図4(a)の *Schima wallichii* がこの典型である。非常に明確なピークが乾季にみられ、他の季節はずっと落葉量が少なくなる。7種類(18%)の樹種がこの型を示して





(a)乾季落葉型, (b)雨季前期落葉型, (c)雨季中期落葉型, (d)雨季後期落葉型, (e)非季節型

図4 落葉の季節型 単位は g/37m² · week

いる。

雨季前期落葉型——図4 (b)の *Cinnamomum sintoc* にみられるように、雨季の中でも前半の9, 10, 11月にピークのみられるものである。この型に属するものはもっとも多く13種 (34%) を数える。

雨季中期落葉型——*Castanopsis javanica* (図4 (c)) にみられるように雨季の中頃12, 1, 2月を中心に落葉量がみられるもので、5種 (13%) がこの型を示している。

雨季後期落葉型——典型的なものは *Engelhardia spicata* (図4 (d)) に示されるように、雨季も後半の3, 4, 5月に落葉のピークがみられるものである。この型に属するものは8種 (21%) を数える。

非季節型——*Vernonia arborea* (図4 (e)) にみられるように1年間通じて落葉量の変化に大きな差がなく、明らかな季節性を示さないものである。5種 (13%) がこの型に属している。

このリター量を測定した1, 600 mのプロットの階層構造はI<sub>0</sub>—III層にわけられた。落葉型と決定された樹種についての階層構造に占める位置もわかっている。何層にもわたって分布する場合は樹冠容積の最大値をもつ階層をその樹種の階層として、落葉季節型と階層との関係を樹種ごとに表2に示した。

上に述べた五つの落葉型を代表する樹種はすべて上部の階層をしめるものであり、これらの季節性はきわめて明確に示された。一方、階層の下部を占める下層種については、ここでは10種がみとめられている。*Castanopsis argentea* は、このプロットでは低木であるが、周辺部では大木となりうるので、一応除外して考えると9種が本来の下層種と考えられる。これらの季節変化をしらべてみると、上層種にくらべて、季節変化の度合が不明瞭であることがわかる。雨季前期の *Strobilanthes cernua* と雨季後期の *Saurauia blumiana*, *Decaspermum fruticosum* の3種は比較的明白な季節変化を示すが、他の6種の季節変化はたいへん不明瞭である。これら6樹種の落葉量の累積図と上記の上層種5種の累積図を比較のために並べて示した(図5)。こうしてみると、下層種の季節変化は、むしろ、非季節型の *Vernonia arborea* に似た型をとることが示される。

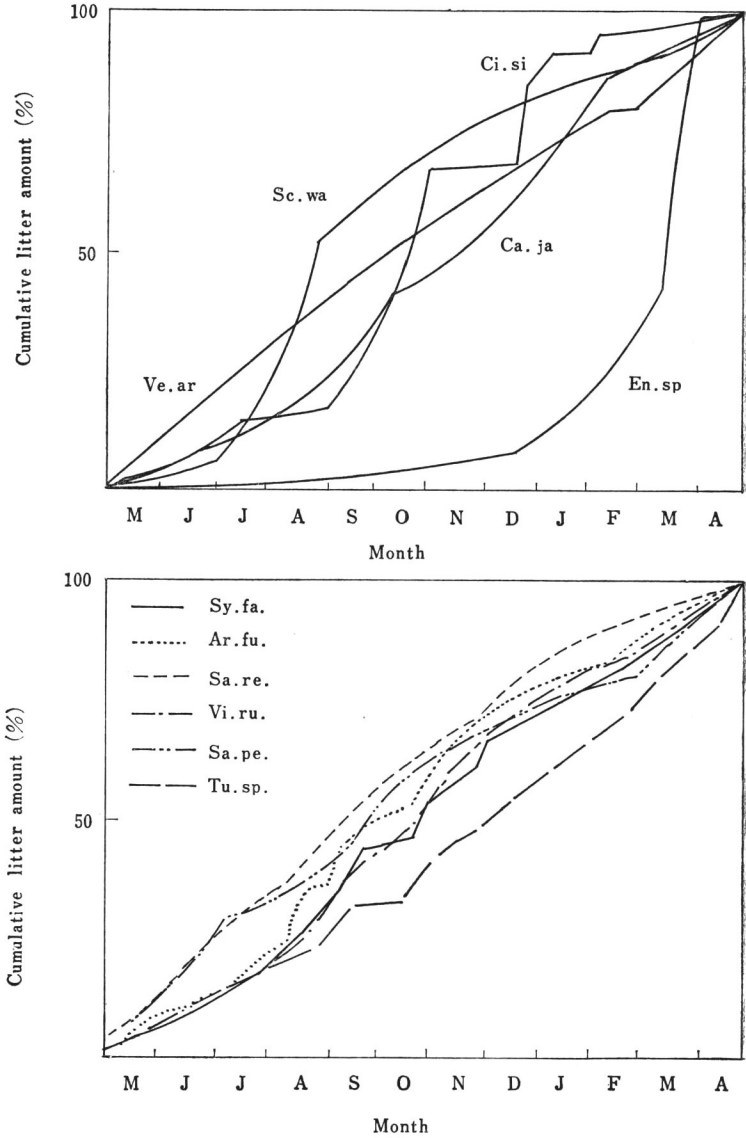


図5 落葉型を示す樹種の落葉量累積図

表2 階層別にみた樹種ごとの落葉型

	Trees and Shrubs			
	I <sub>0</sub> Layer	I Layer	II Layer	III layer
Dry Season	<i>Schima wallichii</i> <i>Lithocarpus rotundatus</i>	<i>Glochidion macrocarpum</i> <i>Litsea mappacea</i>	<i>Polyosma ilicifolia</i>	<i>Saurauia reinwardtiana</i>
Early rainy season	<i>Platea latifolia</i>	<i>Cinnamomum sintoc</i>	<i>Litsea resinosa</i> <i>Meliosma nervosa</i> <i>Persea rimosa</i> <i>Polyosma integrifolia</i> <i>Laplacea integerrima</i> <i>Syzygium antisepticum</i>	<i>Symplocos fasciculata</i> <i>Villebrunea rubescens</i> <i>Ardisia fuliginosa</i> <i>Strobilanthes cernua</i> <i>Antidesma tetrandrum</i>
Middle rainy season	<i>Lithocarpus indutus</i>	<i>Castanopsis javanica</i> <i>Prunus arborea</i> <i>Lithocarpus pseudomoluccus</i>		<i>Castanopsis argentea</i>
Late rainy season	<i>Engelhardia spicata</i>	<i>Lithocarpus elegans</i>	<i>Flacourtia rukam</i> <i>Tarrena fragrans</i>	<i>Decaspermum fruticosum</i> <i>Saurauia blumiana</i> <i>Turpinia sphaerocarpa</i>
Non-Seasonal		<i>Vernonia arborea</i>	<i>Astronia spectabilis</i> <i>Macropanax dispermus</i> <i>Syzygium rostratum</i>	<i>Saurauia pendula</i>

## V 落葉の季節性と伸長型

1年間の落葉量の変化をみると、樹種ごとに季節性がみられ、五つの季節型にわけられた(表2)。このうち、階層上層種の大部分が明白な季節型を示したのに対し、*Vernonia arborea*のみは上層種であるにもかかわらず非季節型であった。また、下層に属する樹種の多くは非季節型に近い動きを示した。この

ような階層の上下に分布する樹種による落葉型の差は、林冠部と下層との微気象の差や、それと関連して生じる種自身のもつ内的な諸性質が相互に関連しあっているものと考えられる。

林冠周辺部と下層の下生え層の間では気象条件が大へん異なっている (Richards 1952)。下生え層の方が、森林の上層部に比べて、気温の変動の幅が小さく、空気の流れが静穏になり、相対湿度の較差も小さくなる。すなわちいろいろな気象条件が緩和されて安定した状態がつくられる。熱帯では気温の較差は小さいが、雨のあとなどには一時的に気温が低下し、それが落葉をうながす契期となることがあると郡場 (1947) は述べている。また、すでにみたように、乾季から雨季への変化によって、かなりの上層種が落葉する傾向を示している。しかし、これらの気象変化は林冠にさえぎられ、数層の階層をへることによって、上に述べたようになんか緩和された形で林床に到達する。上層に分布する種が、気象の変化を直接にうけるのに反し、下層の種は、年中、あまり変化のない条件下に生育している。これらの生育環境の差が、落葉形式に変化を与えることは考えうることである。

Richards (1952) は熱帯各地の階層と季節性について、いくつかの例を示している。たとえば、A、B 層が 2 回のおもな開花期をもつのに対し C 層の開花は年中おこる (英領ギアナ)、森林の中心部から乾季が長くなる外縁部にむかって落葉樹の比率がふえる (ベルギー領コンゴ)、A 層の半数以上の樹種が乾季中に葉を失うのに対し、B 層では大部分が常緑のままである (ナイジェリアの湿潤常緑林)、落葉樹の割合は上層に圧倒的に多い (トリネダード) などである。これらの例からも、階層の上層と下層とでは季節性に違いがあることがみとめられる。

郡場 (1947) は、シンガポールの植物園や島内に残存する原生林に生育する植物について、季節と枝ののび方や、落葉の時期などをくわしく観察した結果、熱帯樹木の周期型として、常伸、交伸、隔伸、落葉の 4 型をあげた。常伸は葉条が休みなく伸びつづけるもの、交伸は 1 株の木でも枝によって発育の周期が異なり、交互不揃いな生長をして、株全体としてみればやすみなしに伸びてい

るもの、隔伸はある周期に何枚かの葉を出して休み、間欠的にこれを反復するものである。交伸は常伸と隔伸との中間段階と考えられるので、基本的には常伸と隔伸という二つの伸長型に分けられると郡場は述べている。

この常伸と隔伸などの伸長型と、発葉の関係をみると、常伸樹は常季発葉であるのに対し、隔伸樹は定季、同季、無季の三つの発葉型がみられ、定季は1年に1~3回定季的に発葉するもの、同季は年に3~4回、気象変化に即して一斉に発葉するもの、無季は定まっていないものに分類できると郡場は述べている。また落葉と発葉の関係については、離層が完成し、旧葉が離脱することと、新葉の開発（発葉）とは前後完全に関連するものではなく、別々の過程である。離層の完成が早まり、新葉の開発がおけると落葉樹となり、その逆の関係が常緑となるとも述べている。

すなわち、常伸型が常時発葉するものではあるが、それと落葉との関係については言及されていない。また隔伸型は三つの発葉型式をもつけれども、落葉との関連については、これも言及されていない。従って、常伸型が常時発葉、常時落葉型であることは保証の限りではなく、離層形成の時期のずれによって、常伸型で常時発葉であっても常時落葉とはならないことも考えるわけである。しかし、たえず伸長を続け、常に新しい葉を開発している枝条から、落葉だけに限って、ある季節性なり、周期性をもつことは、かなり考えにくいことではある。やはり、常伸型のもは常時発葉し、離層の形成も常時おこなわれて旧葉の離脱が次々と起こると考えた方が自然であろう。落葉のみが隔時性を示すのは常伸型の中でも特殊な場合と考えた方がよいのではなからうか。この点については、常伸樹の枝条における発葉と落葉の関係を調査する必要がある。今までこのようなデータはないので、ここでは一応このような推察によっておきたいと思う。

隔伸型については、三つの発葉型があるのに示されるように、落葉についても、三つ位の型があるものと考えるのが自然であろう。

このように考えると常伸型=常時落葉型=非季節型落葉、隔伸型=隔時落葉型=季節型落葉という関連性が考えられる。すなわち、常伸型のもが連続的

な伸長により、発葉と落葉をくり返すならば、季節性を示さない落葉型の樹種は常伸型と考えられる。また隔伸型が間欠的な伸長によって、断続的な落葉を示すならば、落葉型に季節性の認められる樹種は隔伸型の生長をするといえそうである。

落葉量の測定結果から得られた樹種ごとの季節性の中で乾季、雨季にかかわらず、ある一時期に落葉量のピークをもつものを隔伸型、季節性を示さないものを常伸型と考えると、表2の大部分は隔伸型を示し、常伸性をもつのは、I<sub>0</sub>、I層では *Vernonia arborea* 1種、II層 *Astronia spectabilis*, *Macropanax dispermus*, *Syzygium rostratum* の3種、III層では *Saurauia peudula* の1種がみられる。III層での季節性を示す *Turpinia sphaerocarpa*, *Saurauia reinwardtiana*, *Ardisia fuliginosa*, *Villebrunea rubescens*, *Symplocos fasciculata*, *Antidesma tetrandrum* などはずでに述べたように、ひじょうに非季節型に近い動きを示しているから常伸型と考えてよいだろう。

階層との関係でみると、上層に分布の中心をもつ大部分の樹種は隔伸型を示している。熱帯とはいえ、この山地では5月から8月にかけて雨量の減少する時期と、西のモンスーンによる11~3月を中心とする雨季という季節がみられる。このような季節性が樹種の性質に影響してくると考えられる。

*Vernonia arborea* は上層に分布する中の唯一の例外である。この種は分布域が広く、倒木跡地周辺に侵入して、きわめて早い生長をとげる早成樹である。郡場のあげた例から、常伸型の例をとり出すと、*Macaranga*, *Mallotus*, *Duabanga* などのように、伐採跡地や倒木跡地などに先駆種として優占する二次林の代表的な樹種群がみられる。*Vernonia arborea* の好む生育地を考えあわせると、これらの樹種はいずれもすばやい生長をとげて、裸地をおおう性質をもっている。このような生態的地位をもつ樹種群にとって、常伸性の持つ意味は大きいと考えられる。

下層の樹種については、すでにのべたように、外的環境が樹冠を通過することによって緩和され、季節性のない一定した環境条件下にあることが常伸型を生む要因であろう。郡場は灌木はたいてい常伸型であるとのべている。Koriba

(1958) は、調査した樹種がどの伸長型に属するかをまとめている。その中で、このパングランゴ山にも出現する樹種には *Symplocos fasciculata* がある。Koriba の観察では、この種は常伸型に分類されている。本調査結果からも、この種の落葉型は一応雨季前期型にわけてあるが、何度も述べたように、その動きはきわめて非季節型的であった。この樹種はしたがって常伸型とみることができる。そうすると、この樹種と似たような変化を示す下層樹種は、すべて常伸型を示すとみてよいだろう。

以上をまとめてみると、季節型にわけられた38種の高低木のうち、隔伸型を示すものは27種(71%)、常伸型を示すものは11種(29%)となる。階層関係からみると、上層に分布する大部分が季節型の落葉、つまり隔伸型の生長を示し、非常に生長のよい早成樹のみが常伸型であって、ここではわずかに1種をみるのみであった。下層においては気象の変化が直接に影響することがないため、非季節型の落葉、すなわち常伸型の生長様式をもつものが出現すると推察される。

郡場の推定では、マレー産樹木のうち、常伸性と交伸性をあわせたものが全樹種の5分の1、落葉樹20分の1、残りの4分の3の樹種が隔伸樹となっている。熱帯多雨林においても常伸性の比率はそう高くはない。温帯林では、落葉樹はいうに及ばず、常緑樹も落葉に季節性をもつことは、すべてが隔伸型であることを物語っている。熱帯多雨林から温帯林への変化を伸長型で表現するならば、熱帯多雨林に約20%の割合を占める常伸型が減少して、隔伸型のみになるということができる。

付記 本論文は Forest ecological studies of the montane forest of Mt. Pang-rango, West Java —III Litter fall of the tropical montane forest near Cibodas (東南アジア研究14巻2号, 194~229, 1976) を基礎に書き下ろしたものである。樹種ごとのリター量の季節変化などについては上記小論を参照されたい。

#### 参 考 文 献

- Edwards P. J. and P. J. Grubb, 1977, Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea, I. The distribution of organic matter in the vegetation and soil. J. Ecol. 65. 943-969.



- 郡場寛, 1947, 馬來特にシンガポールに於ける樹木生長の周期に就て (1), 生理生態 1-2, 93-109.
- Koriba, Kwan, 1958. On the periodicity of tree growth in the tropics, with reference to the mode of branching, the leaf fall, and the formation of the resting bud. *Gardens' Bulletin*, S. XVII 11-81.
- 小川房人, 1974, 熱帯の生態, I ——森林, 共立出版.
- 小村精, 安藤満, 1970, コジイ林の落葉量——照葉樹林の生物生産に関する研究 (昭和44年度), JIBP-PT-水俣特別研究地域, 50-55.
- Richards, P. W., 1952, *Tropical Rain Forest*, Cambridge.
- 斎藤秀樹, 1972, 森林のリターフェール量の推定に関する研究.

(山田 勇)