

<論文>

鳥取大学蒜山演習林の落葉広葉樹林における リターフォールについて

橋詰隼人*

Litterfall in Deciduous Broad-leaved Forests of the Hiruzen Experimental
Forest of Tottori University

Hayato HASHIZUME*

Summary

The amount of litterfall was measured in deciduous broad-leaved forests of the Hiruzen experimental forest of Tottori University for 2~5 years, and the amount of nutrient elements of litterfall was also measured. The results obtained in this study are as follows:

1. The total amounts of litterfall during a year in stands of *Quercus serrata*, *Q. acutissima*, *Q. crispula*, *Fagus crenate* and *Aesculus turbinata* were 4.01, 4.85, 4.04, 5.99 and 5.59 t/ha·yr, respectively. The amount of litterfall varied according to stands and years. In the stands of *F. crenate* and *A. turbinata*, the amount of litterfall increased 1.6~1.9 times in the mast year as compared with the lean year.

2. Concerning the seasonal variation of litterfall, leaf litter showed a sharp peak during autumn. The fall of branch litter was irregular. The fall of immature fruits increased during the period June to September, and mature fruits fell mostly in October.

3. The percentage of nutrients contained in litterfall varied according to tree species and the kind of litter. The concentration of nitrogen in leaf litter was highest in *Q. serrate* and lowest in *A. turbinata*. The concentration of potassium in leaf litter was highest in *A. turbinata*. The concentration of nitrogen and phosphorus tended to be higher in the litters of flowers, nuts and leaves, and that of potassium, in the litters of cupules and pericarps.

4. The amounts of nutrients contained in litterfall varied according to stands. The total amounts of nutrients of litterfall in the five stands investigated in this study were 43.14~56.39kg/ha·yr in nitrogen, 5.19~10.77kg/ha·yr in phosphorus and 9.95~33.05kg/ha·yr in potassium, respectively. In stands of *F. crenate* and *A. turbinata*, the amount

* 鳥取大学農学部農林総合科学科森林生産学講座 : Department of Forestry Science, Faculty of Agriculture,
Tottori University

and percentage of nutrients contained in flower and fruit litters increased markedly in the mast year as compared with the lean year.

I 結 言

森林は自己施肥の機能を持っている。それは林地に供給される動植物遺体（リター）が分解されて無機養分が放出され、それが再び根から吸収され利用されるからである。森林における物質循環については近年多くの研究がなされ、その成果は堤ら¹³⁻¹⁵⁾によって取りまとめられている。落葉広葉樹林における物質循環についても多くの研究がなされている⁷⁻¹²⁾。鳥取大学蒜山演習林にはコナラを優占種とする落葉広葉樹二次林が多い。鳥取大学農学部広葉樹開発実験室ではこれらの二次林の活用について総合的に研究を進めているが、筆者は特に更新の問題に興味を持ち、二次林の再生過程や種子生産について研究してきた¹⁻⁶⁾。種子生産は天然下種更新の基本になる問題で特に重要であるが、成木施肥によって結実を促進することができる^{3,6)}。また萌芽更新や短伐期のシイタケ原木施業などにおいてもある程度の林地施肥が必要である。林業においては森林の自己施肥の能力をうまく利用することが重要であり、そのためには森林における物質の動きについて知る必要がある。本研究は特に採種林施業と関連して施肥量を決定する基礎資料を得る目的で、落葉広葉樹林のリターフォール量、リターの養分含有率、リターフォールの養分還元量などについて研究したものである。

II 調査林分と調査方法

1. 調査林分

調査林分は鳥取大学蒜山演習林（岡山県真庭郡川上村）内のコナラ林、クヌギ林、ミズナラ林、ブナ林及びトチノキ林である。これらの林分は標高700～750mの間に分布し、いずれも二次林である。各林分の概況は次の通りである。

コナラ林：林齢40～60年生の4林分で調査した。調査林分は斜面上部の緩斜地（傾斜角15～20°）で、土壌型はBl_c～Bl_{D(d)}である。ha当たり立木本数は高木種が600～1,400本で、亜高木層にはカシワ、リョウブ、アオハダ、サクラなどが混交しているが少数で、コナラの純林とみてよい。平均胸高直径は、約40年生の林分では10～16cm、約60年生の林分では32～35cmである。

クヌギ林：約45年生の1林分で調査した。調査林分は斜面上部の平坦地で、土壌型はBl_{D(d)}である。ha当たり立木本数は高木種が約800本で、コナラが少し混交している。平均胸高直径は20～25cmである。

ミズナラ林：約50年生の林分で、斜面中腹にある。傾斜角約30°、土壌型はBl_{D(d)}である。ha当たり立木本数は高木種が約600本で、コナラが少し（10%）混交している。ミズナラの平均胸高直径は25～26cmである。

ブナ林：100～250年生の中～大径木の混生した林分である。斜面中腹のやや凸形地形の所にあり、傾斜角約30°、土壌型はB_{D(d)}である。この林分は採種林施業を行っており、ブナ以外の樹種は1974年

に伐採した。従って現在ブナの大、中径木がha当たり35本程度残っている。ブナの平均胸高直径は65~71cmであるが、100cm以上の大径木が数本ある。

トチノキ林：斜面中腹の凹地形の所にある。傾斜角約30°、土壌型はB₀型である。単木的に点在しており、純林ではない。2本の大径木で調査した。胸高直径は90cmと230cmで、樹齢は200年生以上と思われる。

2. 調査方法

各林分にリタートラップを10個設置した。トラップはダイオネット製で、大きさは1×1mで、正方形である。木の杭で地上1mの位置に固定した。リタートラップの設置は春雪どけ後に行い、根雪になる前にとりはずしたが、そのまま放置して冬期間の落下量を調べた年もある。しかし、積雪のためトラップの破損が激しく、本調査では主として5~11月の入林可能な期間に調査した。リターの回収は月1~2回、中旬と月末に行った。回収したリターは種類別により分け、乾燥器で絶乾して乾重量を求めた。次にこれらのリターについて窒素、リン、カリウムの化学分析を行い、リターフォールの養分含有量を計算した。窒素はケルダール法で、リンはバナドモリブデン酸法で、カリウムは炎光光度法で定量した。

リターフォールの調査は、コナラ林では1979年から5年間、クヌギ林では1981年から4年間、ミズナラ林では1985年と1986年の2年間、ブナ林では1979年から3年間、トチノキ林では1983年から3年間、それぞれ行った。

III 結果と考察

1. 1年間のリターフォール量

蒜山演習林の落葉広葉樹林におけるリターフォール量を表1に示した。

コナラ林についてみると、4林分で5年間調べた1年間のリターフォールの総量は3,453~4,598kg/ha、平均4,009kg/haであった。その内訳は葉2,904kg、枝・樹皮759kg、果実201kg（内成熟種子141kg）、花21kg、その他124kgで、その割合は葉72.4%、枝・樹皮19.0%、果実5.0%、花0.5%、その他3.1%である。リターフォールの量は林分及び年度によってかなり差がある。葉リターは2,400~3,150kg/ha・yrで、A林分では年変動が小さかったが、D林分の1983年の落下量は特に少ない。この林分はこの年に大豊作で果実の落下量が特に多い。

枝・樹皮リターは小面積のトラップで測定すると年変動が大きく出る。夏期の台風や冬期の降雪の有無、程度によって落下量が違ってくる。320~1,240kgの年変動があるが、冬期間の測定は2年しか行っていないので、実際の値はこれよりも大きくなると思う。果実リターは57~642kgであるが、コナラは2~3年周期で豊凶を繰り返す。1983年は豊作であったため結実量が多く、成熟種子の落下量はD林分で547kgに達している。しかし、雄花序の落下量は6~44kgで、豊作年に特に多い傾向はみられない。蒜山演習林のコナラ林の1年間のリターフォール量の平均値4.01 t/ha・yrは温帯落葉広葉樹40林分の平均値4.07 t/ha・yrとほぼ一致する¹⁴⁾。

クヌギ林における4年間のリターフォールの平均値は、ha当たり葉3,424kg、枝・樹皮1,044kg、果実201kg（内成熟種子69kg）、花15kg、その他165kg、合計4,849kgで、その割合は葉70.6%、枝・樹皮21.5%、果実4.2%、花0.3%、その他3.4%である。年変動は1983年の豊作年に葉リターがやや少なく、果実リターが他の年度に比べて特に多い。枝リターは1982年が多いが、これは台風による落枝が多かったためである。この年は葉リターも他の年度に比べて多いが、この理由はよく分からない。果実リターは74~388kg、平均201kgでコナラ林と大差はない。しかし、成熟種子の落下量は69kgで、コナラ林の約半分である。これは、クヌギはコナラに比べて未熟種子の落下が多く、結実率が低い³⁾ためである。

ミズナラ林は2年間しか調査していないが、1年間のリターフォール量の平均値は、ha当たり葉3,023kg、枝・樹皮470kg、果実326kg（内成熟種子193kg）、花50kg、その他173kg、合計4,041kgで、その割合は葉74.8%、枝・樹皮11.6%、果実8.1%、花1.2%、その他4.3%である。リターフォール量はコナラ林と大差がない。しかし、芦生のミズナラ林の4.51 t / ha · yrに比べるとやや値が小さい^{10,11)}。

ブナ林で3年間調査したリターフォール量の平均値は、ha当たり葉2,403kg、枝・樹皮1,564kg、果実1,423kg（内成熟種子293kg）、花240kg、その他361kg、合計5,991kgで、その割合は葉40.1%、枝・樹皮26.1%、果実23.8%、花4.0%その他6.0%である。葉リターはコナラ、クヌギ、ミズナラ林に比べて少ないが、枝・果実・花リターはこれらよりも多かった。1982年の枝の落下量の多いのは台風の影響である。果実リターは1979年が少なく、1982年と1984年が多い。1982年と1984年は豊作年であり、凶作年（1979年）の10倍程度落下している。ブナの豊作年の着果量はコナラ、クヌギ林に比べて著しく多いが、豊凶の周期が長いので長期間測定すれば果実リターの平均値は小さくなると思う。蒜山演習林のブナ採種林の年間のリターフォール量5.99 t / ha · yrは芦生のブナ天然林の4.2 t / ha · yrに比べて大きい値である。しかし、葉の量は2.4 t / ha · yrで、芦生の3.5 t / ha · yrに比べると著しく少ない¹⁰⁾。河田ら¹²⁾の研究によると、ブナ天然林の全リターフォール量は凶作年には4.64~5.08 t / ha · yrであるが、豊作年には7.49 t / ha · yrに増加したという。

トチノキ林の3年間のリターフォール量の平均値は、ha当たり葉3,586kg、葉・樹皮571kg、果実895kg（内成熟種子368kg）、果柄119kg、花269kg、その他147kgで、その割合は葉64.2%、枝・樹皮10.2%、果実16.0%、果柄2.1%、花4.8%、その他2.7%である。葉リターは年変動が小さく、ブナ、コナラ、ミズナラ林よりも多い。果実リターは1983年が豊作で、全体で1,721kg、成熟種子は833kgも落下している。豊作年の落下量はコナラ、クヌギ、ミズナラ、ブナ林に比べて著しく多い。これは種子が大粒で重いことと関係があるかも知れない。トチノキも結実率は20%以下で高くなく、未熟果実の落下が多い⁵⁾。なおトチノキ林はやや不便なところにあった関係で12~5月の冬期間の測定をしていない。従って実際のリターフォール量は表1の値よりもいくらか大きくなるものと思われる。

以上五つの森林を比較してみると、1年間のリターフォールの総量はブナ、トチノキ林が、コナラ、クヌギ、ミズナラ林に比べると著しく多い。これはブナ林、トチノキ林は豊作年に多量に開花・結実して、花・果実リターの量が多いためである。ブナ林では、凶作年のリターフォール量は3.97

t/ha・yrであるが、豊作年のそれは、7.65t/ha・yrで約2倍の量である。トチノキ林でも凶作年のリターフォール量4.29 t/ha・yrに対し、豊作年には7.28 t/ha・yrと1.7倍増加している。葉リターの量は豊作年と凶作年とで大きな差はない。従って花・果実など生殖器管リターの全体に占める割合は豊作年と凶作年とで大きな差を生じ、豊作年にはこの割合が著しく増加する。

このように結実の豊凶の激しい樹種ではリターフォール量の年変動が大きいので、長期間の測定が必要である。我が国の温帯落葉広葉樹林40林分のリターフォール量の平均値は4.07±1.00 t/ha・yrであるが¹⁴⁾、蒜山演習林の落葉広葉樹林のリターフォール量を比較すると、コナラ、ミズナラ林はほぼこの値であるが、クヌギ、ブナ、トチノキ林はこの値よりも大きい。森林のリターフォール量は森林の種類、立地条件、年度などによって変動するので⁷⁻¹⁵⁾、立地条件の異なる場所で長期間測定

表1 蒜山演習林の落葉広葉樹林におけるリターフォール量 (乾重kg/ha・yr)

	林齢 (年)	ha当たり 立木本数 (高木)	平均胸 高直径 (cm)	調査年	調査期間	葉	枝・樹皮	果実	成熟種子	果柄	花	その他	合計	備考	
コナラ林	A	約40	1,400	10~15	1979	冬期5~12月	3099.0	1111.2	56.9	32.4	—	16.4	103.9	4387.4	
					1980	5~11月	2957.3	608.8	65.3	36.7	—	9.3	118.9	3759.6	
					1981	5~11月	2894.9	857.0	57.9	31.9	—	5.7	87.0	3902.5	
					1983	冬期5~12月	2847.9	446.2	24.2	198.9	—	12.9	109.2	3661.4	豊作
					1985	5~11月	3149.0	320.1	263.2	154.4	—	8.5	40.6	3781.4	豊作
	B	約45	1,400	16	1979	冬期5~12月	3111.0	1023.5	108.6	59.3	—	34.0	185.6	4462.7	
	C	〃	1,300	16	1980	5~11月	2892.9	1243.9	183.3	97.2	—	37.8	240.4	4598.3	
	D	約60	600	32~35	1983	冬期5~12月	2401.7	832.1	642.1	546.8	—	23.5	171.9	4071.3	豊作
					1985	5~11月	2777.6	389.9	185.5	113.6	—	43.5	56.5	3453.0	
					平均	{	2903.5	759.2	200.9	141.2	—	21.3	123.8	4008.6	
					{	(72.4)	(19.0)	(5.0)	—	—	(0.5)	(3.1)	(100)		
クヌギ林	約45	800	20~25	1981	5~11月	3246.5	1011.1	181.5	23.7	—	8.1	223.8	4671.0		
				1982	5~11月	4049.4	1397.4	161.4	39.0	—	33.6	149.0	5790.8	台風襲来	
				1983	冬期5~12月	3025.3	980.7	388.4	156.3	—	13.3	251.3	4659.0	豊作	
				1985	5~11月	3375.1	785.6	74.4	57.4	—	5.2	34.1	4274.4		
				平均	{	3424.1	1043.7	201.4	69.1	—	15.1	164.6	4848.8		
					{	(70.6)	(21.5)	(4.2)	—	—	(0.3)	(3.4)	(100)		
ミズナラ林	約50	600	25~26	1985	5~12月	2853.5	573.4	246.3	130.6	—	47.1	155.3	3875.6		
				1986	5~11月	3191.4	366.2	405.3	256.1	—	52.7	191.5	4207.1		
				平均	{	3022.5	469.8	325.8	193.4	—	49.9	173.4	4041.4		
					{	(74.8)	(11.6)	(8.1)	—	—	(1.2)	(4.3)	(100)		
ブナ採種林	100 ~ 250	35	65~71	1979	冬期5~12月	2227.0	1306.0	289.3	1.0	—	49.1	93.7	3965.1	凶作	
				1982	5~11月	2312.7	2592.1	1869.9	246.6	—	364.1	510.6	7649.4	豊作	
				1984	5~11月	2667.8	793.4	2110.5	630.6	—	306.4	479.3	6357.4	豊作	
				平均	{	2402.5	1563.8	1423.2	292.7	—	239.9	361.2	5990.6		
					{	(40.1)	(26.1)	(23.8)	—	—	(4.0)	(6.0)	(100)		
トチノキ林	200 以上	孤立木	~ 230	1983	5~11月	3672.9	1229.7	1721.3	832.6	201.7	403.4	47.9	7276.9	豊作	
				1984	6~11月	3535.6	252.5	127.1	17.1	32.4	125.7	215.2	4288.5	凶作	
				1985	6~11月	3549.5	230.6	837.9	254.7	123.1	277.8	177.8	5196.7	並作	
				平均	{	3586.0	570.8	895.4	368.1	119.1	269.0	147.0	5587.4		
					{	(64.2)	(10.2)	(16.0)	—	(2.1)	(4.8)	(2.7)	(100)		

備考 1. 成熟種子の重量は果実重の中の内数である。

2. 平均値の()内はリターの各成分の割合(%)を示した。

する必要がある。

2. リターフォールの季節変動

それぞれの森林におけるリターフォールの季節変動を月ごとにとりまとめたのが表2～6である。

表2 コナラ林におけるリターフォールの季節変動

(kg/ha)

年度	林分	月	葉	枝	殻斗	未熟 果実	成熟 種子	雄花序	その他	計
1979	A	冬期	87.0	37.2					2.9	127.1
		5	9.0	152.8				2.3	48.5	212.6
		6	9.0	26.1				11.0	20.1	66.2
		7	25.0	40.5				1.7	5.4	72.6
		8	24.0	63.2	3.1	7.6		1.4	8.9	108.2
		9	29.0	66.3	7.0	2.4	10.0		6.7	121.4
		10	385.0	508.5	4.5		21.4		9.5	928.9
		11	1810.0	191.7	0.9				1.9	2004.5
		12	721.0	24.9						745.9
		計	3099.0	1111.2	15.5	10.0	31.4	16.4	103.9	4387.4
1979	B	冬期	1.0	3.8					2.1	6.9
		5	12.0	64.4				15.2	58.2	149.8
		6	10.0	34.9				15.1	30.1	90.1
		7	53.0	28.8				3.6	14.6	100.0
		8	44.0	113.9		11.2	0.3	0.1	18.4	187.9
		9	58.0	110.0	9.6	5.6	23.3		19.7	226.2
		10	656.0	450.9	20.1	0.7	34.5		35.7	1197.9
		11	1641.0	189.1	1.1	0.1	1.1		5.9	1838.3
		12	636.0	27.8	0.8	0.1	0.1		0.9	665.7
		計	3111.0	1023.5	31.6	17.7	59.3	34.0	185.6	4462.7
1983	A	冬期	11.1	12.2					2.8	26.1
		5	6.5	54.0				12.9	51.7	125.1
		6	24.1	42.8		0.3			12.8	80.0
		7	25.5	24.9		1.8			6.0	58.2
		8	25.6	32.2	0.3	5.5	8.6		10.6	82.8
		9	62.9	112.5	7.3	5.1	68.0		4.5	260.3
		10	161.8	107.5	22.4	2.0	119.7		4.5	417.9
		11	2518.7	56.9	1.4	0.2	2.6		14.2	2594.0
		12	11.7	3.2					2.1	17.0
		計	2847.9	446.2	31.4	14.9	198.9	12.9	109.2	3661.4
1983	D	冬期	3.7	112.7					13.8	130.2
		5	4.5	60.2				22.2	72.7	159.6
		6	17.9	111.2		0.2		1.3	10.4	141.0
		7	33.6	78.2		1.6			26.4	139.8
		8	32.3	36.9		13.8			20.7	103.7
		9	91.6	138.2	5.5	14.2	64.0		10.4	323.9
		10	381.5	252.1	41.6	5.1	458.8		14.0	1153.1
		11	1812.8	40.7	12.8	0.5	24.0		3.5	1894.3
		12	23.8	1.9						25.7
		計	2401.7	832.1	59.9	35.4	546.8	23.5	171.9	4071.3

コナラ林についてみると(表2), 葉リターは成長期にも少量落下するが, 落葉期の10月中・下旬頃から落下が多くなり, 11月中旬頃までに殆どが落葉する。枝の落下は不規則である。台風など大風が吹けば一時的に大量に落枝する。果実の落下については, 未熟果実は6月から9月上旬頃まで落下し, 成熟種子は9月中旬頃から落下をはじめ10月に最も多く落下する⁴⁾。雄花序は開花後間もなく落下するが, 蒜山では開花期が5月上, 中旬で, 5月下旬から6月中旬にかけて殆どが落下する。リターの落下量の最も多いのは11月である。

クヌギ林のリターフォールの季節変動もコナラ林と大体同様である(表3)。葉は10月中・下旬頃

表3 クヌギ林におけるリターフォールの季節変動 (kg/ha)

年度	月	葉	枝	果実	雄花序	その他	計	備考	
1981	5	44.3	206.8	0.4	8.1	52.4	312.0		
	6	34.7	34.2	0.2		27.3	96.4		
	7	39.8	2.0	2.7		53.0	97.5		
	8	82.1	78.7	84.0		44.3	289.1		
	9	88.5	120.9	60.0 (6.1)		16.7	286.1		
	10	691.9	120.9	32.1 (17.6)		23.1	868.0		
	11	2265.2	447.6	2.1		7.0	2721.9		
	計	3246.5	1011.1	189.6 (23.7)		223.8	4671.0		
1982	5	51.2	292.2		33.6	59.6	431.2		
	6	28.3	25.0	1.9		15.1	70.3		
	7	33.5	43.7	4.8		15.5	97.3		
	8	616.3	664.4	46.6		29.6	1356.9	台風による 落枝あり	
	9	179.5	108.5	65.9		15.2	369.1		
	10	257.0	70.2	42.2 (39.0)		5.5	374.9		
	11	2889.0	193.4			8.5	3090.9		
	計	4049.4	1397.4	195.0 (39.0)		149.0	5790.8		
1983	冬期間	63.5	488.9			85.4	637.8		
	5	8.2	64.6		13.2	58.9	144.9		
	6	19.0	68.3	0.5	0.1	24.2	112.1		
	7	31.2	50.6	4.5		17.7	104.0		
	8	23.6	19.4	28.9		18.2	90.1		
	9	58.8	54.9	144.0 (36.0)		10.1	267.8		
	10	249.8	105.7	159.4 (89.1)		19.5	534.4		
	11	2358.9	113.0	48.4 (28.5)		13.0	2533.3		
	12	212.3	15.3	2.7 (2.7)		4.3	234.6		
		計	3025.3	980.7	401.7 (156.3)		251.3	4659.0	

から落下をはじめ11月中旬頃までに殆どが落葉するが, 個体差があつて12月に入っても枯葉の着生したものがある。枝の落下は不規則である。果実は未熟果実が7月から9月にかけて, 特に8月に多く落下するが⁵⁾, 成熟種子は10月中旬以降に多く落下する。雄花序は開花後間もなく, 大部分が5月下旬に落下する。リターフォール全体の落下量は11月が最も多い。

ミズナラ林のリターフォールの季節変動もコナラ林と大体同様であるが(表4), 開葉期, 開花期はコナラ林よりも早く, 5月上旬には開芽する。落葉の最盛期は11月上・中旬である。開花期は5月上旬で雄花序は5月中に全部落下する。未熟果実は6月から落下をはじめ, 8月に多く落下する。成熟種子は9月下旬頃から落下するが, 10月の落下が最も多い。

表4 ミズナラ林におけるリターフォールの季節変動 (kg/ha)

年度	月	葉	枝	果実	雄花序	その他	計
1985	5	35.9	55.6		47.1	89.8	228.4
	6	6.6	4.9	0.2		11.1	22.8
	7	34.5	217.9	1.3		15.8	269.5
	8	38.4	6.0	17.5		16.5	78.4
	9	118.4	44.6	55.5		9.8	228.3
	10	252.6	146.0	126.8		11.2	536.6
	11	2104.8	74.7	45.0		1.1	2225.6
	12	262.3	23.7				286.0
	計	2853.5	573.4	246.3		155.3	3875.6
1986	5	23.6	26.1		52.7	122.6	225.0
	6	36.1	48.9	0.7		10.7	96.4
	7	25.0	112.0	1.8		11.9	150.7
	8	37.5	1.9	15.8		14.1	69.3
	9	69.8	36.1	50.1		16.4	172.4
	10	533.1	112.4	292.6		8.4	946.5
	11	2466.4	28.8	44.5		7.6	2547.3
		計	3191.5	366.2	405.5	52.7	191.7

ブナ林のリターフォールの季節変動についてみると(表5), 葉は10月下旬から11月上旬にかけて最も多く落下する。枝の落下は不規則である。殻斗は前年産のものが枝に着生しており, 冬期間の落下もみられる。未熟果実の落下は6月が特に多い²⁾。成熟種子は9月中・下旬から落下するが, 10月の落下量が最も多い。開花期は4月中・下旬で雄花序は大部分が6月迄に落下する。

トチノキ林についてみると(表6), 葉は10月下旬から11月上旬にかけて最も多く落下する。枝の落下は不規則である。開花期は5月下旬で, 未熟果実は7月に最も多く落下する。成熟種子は9月中・下旬に最も多く落下する。花は開花後間もなく落ちはじめ, 6月中に全部落下する。トチノキの花序は大型の円錐花序で長い花柄の先端に花が着生しているが, 落花(果)は花(果)柄もろとも落ちる。果柄の落下は6~7月と9月に多い。

以上蒜山演習林の五つの落葉広葉樹林のリターフォールの季節変動は秋にピークを持つ落葉広葉樹林型の季節変動を示し, 既往の研究報告と一致する⁷⁻¹¹⁾。すなわち, 葉は11月に大量に落下する。枝の落下は不規則である。未熟果実の落下は6~9月に多く, 成熟果実は主に10月(ただしトチノキは9月中・下旬)に落下する。

3. リターの養分含有率

リターの養分含有率は表7に示した。

コナラでは, 窒素の含有率は雄花序で最も高く, 次いで葉で高く, 殻斗が最も低い。リンも雄花序で含有率が最も高く, 次いで葉と堅果で高い。小枝, 殻斗は含有率が低い。カリウムは堅果で含有率が最も高く, 小枝で最も低い。クヌギ, ミズナラもコナラとほぼ同じ傾向である。

ブナについてみると, 窒素の含有率は雄花序で最も高く, 次いで堅果, 未熟果実, 葉で高い。小

表5 ブナ採種林におけるリターフォールの季節変動 (kg/ha)

年度	月	葉	枝	殻斗	未熟果実	成熟種子	雄花序	その他	計
1979	冬期	27.0	26.0	126.0				5.7	184.7
	5	14.0	114.0	104.0	0.2		49.1	4.9	286.2
	6	14.0	5.0	7.0	0.1			8.0	34.1
	7	41.0	113.0	9.0				10.8	173.8
	8	101.0	72.0	6.0				15.2	194.2
	9	139.0	605.0	24.0		0.9		19.6	788.5
	10	416.0	347.0	11.0		0.1		21.3	795.4
	11	1356.0	22.0	1.0				7.1	1386.1
	12	119.0	2.0					1.1	122.1
	計		2227.0	1306.0	288.0	0.3	1.0	49.1	93.7
1982	5	32.7	132.5	3.0	93.8		357.7	276.6	896.3
	6	23.1	71.8		474.0		3.0	28.4	600.3
	7	66.8	6.0		54.1		0.7	41.4	169.0
	8	289.3	2072.1	0.9	242.5		2.7	64.4	2671.9
	9	411.2	274.3	119.4		98.7		43.0	946.6
	10	553.8	4.0	444.2		109.5		30.5	1142.0
	11	935.8	31.4	191.4		38.4		26.3	1223.3
	計		2312.7	2592.1	758.9	864.4	246.6	364.1	510.6
1984	5	11.7	8.8				304.9	95.6	421.0
	6	16.0	24.8		84.8		1.5	34.7	161.8
	7	112.9	18.5		66.8			143.0	341.2
	8	182.0	87.9		30.5			90.7	391.1
	9	273.1	320.0		247.1			56.0	896.2
	10	1419.0	121.2		1211.9			42.8	2794.9
	11	653.1	212.2		469.4			16.5	1351.2
	計		2667.8	793.4		2110.5		306.4	479.3

枝、殻斗は含有率が低い。リンについては未熟果実と堅果で含有率が高く、小枝、葉で低い。

トチノキでは、窒素の含有率は花で最も高く、次いで堅果で高い。果皮や果柄などは低い。リンは花と堅果で含有率が高く、小枝、果柄、果皮などで低い。カリウムの含有率は花、果皮、果柄、堅果で高く、小枝で著しく低い。

以上のようにリターの種類によって窒素、リン、カリウムの含有率が異なる。一般に窒素とリンの含有率は花・堅果・葉で高く、殻斗・果皮で低い傾向がみられた。またカリウムは堅果・殻斗・果皮で含有率が高い傾向がみられた。葉リターの養分含有率については、窒素はコナラで最も高く、トチノキで最も低い。リンは各樹種間に大きな差はない。カリウムはトチノキで特に高い傾向がみられた。

4. リターフォールの養分量

1年間のリターフォールの量に窒素、リン、カリウムの含有率を乗じてリターフォールの養分含有量を計算すると、表8の通りである。

窒素についてみると、全リターの含有量は、コナラ、クヌギ、ミズナラ、ブナ、トチノキ林で、それぞれ55.18, 56.39, 51.35, 53.56, 43.14kg/ha・yrである。コナラ、クヌギ、ミズナラ、ブナ

表6 トチノキ林におけるリターフォールの季節変動

年度	月	葉	枝	果実	果柄	花	その他	計
1983	6	13.6	0.6	136.2	23.4	403.4	3.2	580.4
	7	46.8	26.3	114.7	30.1		11.2	229.1
	8	102.2	24.2	82.8	12.2		13.8	235.2
	9	542.9	196.1	1384.3	136.0		7.9	2267.2
	10	2037.1	946.5	3.3			11.8	2998.7
	11	930.3	36.0					966.3
	計	3672.9	1229.7	1721.3	201.7	403.4	47.9	7276.9
1984	6	22.7	24.6	6.0	3.3	125.7	65.9	248.2
	7	60.2	19.0	50.3	17.2		69.5	216.2
	8	71.3	13.2	32.7	6.5		32.1	155.8
	9	115.6	44.9	38.1	5.4		30.7	234.7
	10	1421.0	56.7				8.8	1486.5
	11	1844.8	94.1				8.2	1947.1
	計	3535.6	252.5	127.1	32.4	125.7	215.2	4288.5
1985	6	39.4	53.7	86.7	30.3	277.8	97.5	585.4
	7	81.1	91.8	153.6	41.0		38.6	406.1
	8	54.3	5.2	31.6	8.7		12.7	112.5
	9	168.5	64.1	504.6	34.4		14.1	785.7
	10	847.2	9.1	58.9	7.0		10.5	932.7
	11	2359.0	6.7	2.5	1.7		4.4	2374.3
	計	3549.5	230.6	837.9	123.1	277.8	177.8	5196.7

林の値はほぼ等しいが、トチノキ林は他の森林に比べて10kg程度少ない。これは葉リターの窒素含有率が低いためである。葉リターの窒素含有量はコナラ林の45.70kg/ha・yrに対し、ブナ林は24.69kg/ha・yr、トチノキ林は22.95kg/ha・yrで約半分程度の値である。

全リターのリン含有量は、コナラ、クヌギ、ミズナラ、ブナ、トチノキ林でそれぞれ6.37, 5.51, 5.19, 8.10, 10.77kg/ha・yrで、トチノキ林が特に多い。しかし、葉リターのリン含有量はコナラ林の5.02kg/ha・yrに対し、ブナ林は2.55kg/ha・yrで著しく少ない。

全リターのカリウム含有量は、コナラ、クヌギ、ミズナラ、ブナ、トチノキ林でそれぞれ10.69, 9.95, 12.73, 15.21, 33.05kg/ha・yrで、トチノキ林がブナ林の2倍、コナラ、クヌギ林の3倍も多い。これはトチノキの葉、花、果実などのカリウム含有率が他の樹種に比べて著しく高いためである。葉リターのカリウム含有量は、ブナ林の4.35kg/ha・yrに対し、トチノキ林は17.75kg/ha・yrで4倍も多い。

以上のようにリターフォールの養分含有量は森林の種類によってかなり差がある。窒素はナラ林、ブナ林に比べてトチノキ林でやや少なく、リンとカリウムは逆にトチノキ林が特に多かった。我が国の温帯落葉広葉樹林40林分のリターフォールの養分量の平均値は、窒素44.92±17.09kg/ha・yr、

リン $4.05 \pm 1.92 \text{ kg/ha} \cdot \text{yr}$, カリウム $15.98 \pm 8.64 \text{ kg/ha} \cdot \text{yr}$ である¹⁴⁾。蒜山演習林の落葉広葉樹林を比較してみると、窒素とリンの含有量は5林分ともこの平均値よりも高いが、カリウムの含有量はコナラ、クヌギ、ミズナラ林ではこの平均値よりも低い。片桐ら⁸⁾が三瓶演習林の落葉広葉樹林で調査したところによると、窒素の還元量は40~89 kg/ha, リンの還元量は1.7~4.3 kg/ha, カリウムの還元量は5.3~20.3 kg/haと変動が大きい。林分によって、また同一林分でも年度によって還元量はかなり変動するようである。

ブナやトチノキは豊作年に多量に開花・結実し、花実リターの量が凶作年に比べて著しく増加することを前に述べた。花実リターの養分量の全体に占める割合を計算してみると(表8)、窒素はコナラ林で3.3%, クヌギ林で3.9%, ミズナラ林で7.5%, ブナ林で29.6%, トチノキ林で33.3%である。トチノキ林, ブナ林はコナラ林の約10倍配分率が高い。リンは、コナラ, クヌギ, ミズナラ, ブナ, トチノキ林で、それぞれ5.9%, 7.6%, 17.1%, 46.9%, 40.2%の割合である。ブナ, トチノキ林はコナラ林の約7倍配分率が高い。カリウムは、コナラ, クヌギ, ミズナラ, ブナ, トチノキ林で、それぞれ13.5%, 13.7%, 19.1%, 49.2%, 41.1%の割合である。ブナ, トチノキ林はコナラ, クヌギ林の3倍以上配分率が高い。

表8は豊作年と凶作年を込みにして計算したものであるが、ブナ林, トチノキ林は豊作年と凶作年の花実リターの差が著しく大きいので、豊作年と凶作年を別々に分けてリターフォールの養分量を計算すると、表9の通りである。ブナ林, トチノキ林ともに葉リターの養分量は豊作年と凶作年との間に大きな差はないが、花・果実リターの養分量は豊作年に著しく増加し、凶作年の葉の養分量に匹敵する量である。全リターの養分量をみると、ブナ林では窒素は1.8倍, リンは2.4~2.5倍, カリウムは2.4倍凶作年に比べて豊作年の方が多い。トチノキ林でも豊作年に1.7~1.9倍の養分量の

表7 リターの養分含有率 (乾重%)

樹種	部分	窒素 (%)	リン (%)	カリウム (%)
コナラ	葉	1.574	0.173	0.272
	小枝	0.772	0.099	0.141
	雄花序	2.069	0.304	0.232
	堅果	0.710	0.174	0.766
	殻斗	0.525	0.060	0.207
	その他	1.451	0.177	0.217
クヌギ	葉	1.297	0.114	0.174
	小枝	0.710	0.088	0.212
	雄花序	2.398	0.371	0.274
	堅果	0.988	0.198	0.674
	殻斗	0.648	0.099	0.576
	その他	1.420	0.167	0.250
ミズナラ	葉	1.266	0.122	0.315
	小枝	1.420	0.054	0.082
	雄花序	2.790	0.305	0.132
	堅果	0.833	0.261	0.815
	殻斗	0.432	0.075	0.337
	その他	1.477	0.205	0.217
ブナ	葉	1.028	0.106	0.181
	小枝	0.654	0.082	0.159
	雄花序	1.526	0.148	0.307
	未熟果実	1.028	0.350	0.559
	堅果	1.308	0.334	0.439
	殻斗	0.608	0.160	0.450
トチノキ	その他	0.779	0.129	0.242
	葉	0.640	0.156	0.495
	小枝	0.608	0.065	0.084
	花	2.367	0.521	1.295
	堅果	1.082	0.427	0.957
	果皮	0.320	0.094	1.064
果柄	0.448	0.072	1.025	
その他	1.599	0.325	0.845	

増加がみられる。

全リターの養分量に対する花・果実リターの養分量の割合をみると(表9), ブナ林では窒素は凶作年の7.3%に対し豊作年には35.7%に増加している。リンは凶作年の13.0%から豊作年には53.8%へ, カリウムは凶作年の18.7%から豊作年には55.6%へ, それぞれ著しい増加がみられる。トチノキ林でもブナ林と同様に豊作年には花・果実リターの養分配分率の増加がみられる。河田ら¹²⁾がブナ天然林で豊作年と凶作年のリターフォール量及びその養分量を調べたところ, 凶作年に比べて豊作年には葉リター量は減少したが, 全リターフォール量は1.5倍, 養分還元量はNが2.1倍, Pは3.3倍, Kは2.7倍増加したことを報告している。

ブナ林, トチノキ林ではこのように生殖器官に含まれる無機養分の量が豊作年に著しく増加する。このことは見方を変えればブナやトチノキは豊作年に多量の無機養分を生殖成長に消費するということがいえる。ブナは豊作年に大量に結実して時には枝の枯り上がりが見られる。また結実周期

表8 リターフォールの養分量 (kg/ha・yr)

森 林 の 種 類	リ タ ー の 種 類	窒 素 kg (%)	リ ン kg (%)	カリウム kg (%)
コ ナ ラ 林	葉	45.70	5.02	7.90
	小 枝	5.86	0.75	1.07
	雄 花 序	0.44(0.8)	0.06(0.9)	0.05(0.5)
	堅 果	1.00(1.8)	0.25(3.9)	1.08(10.0)
	未熟果・殻斗	0.38(0.7)	0.07(1.1)	0.32(3.0)
	そ の 他	1.80	0.22	0.27
	計	55.18(3.3)	6.37(5.9)	10.69(13.5)
ク ヌ ギ 林	葉	44.41	3.90	5.96
	小 枝	7.41	0.92	2.21
	雄 花 序	0.36(0.6)	0.06(1.1)	0.04(0.4)
	堅 果	0.68(1.2)	0.14(2.5)	0.47(4.7)
	未熟果・殻斗	1.19(2.1)	0.22(4.0)	0.86(8.6)
	そ の 他	2.34	0.27	0.41
	計	56.39(3.9)	5.51(7.6)	9.95(13.7)
ミ ズ ナ ラ 林	葉	38.26	3.69	9.52
	小 枝	6.67	0.25	0.39
	雄 花 序	1.39(2.7)	0.15(2.9)	0.07(0.5)
	堅 果	1.61(3.1)	0.50(9.6)	1.58(12.4)
	未熟果・殻斗	0.86(1.7)	0.24(4.6)	0.79(6.2)
	そ の 他	2.56	0.36	0.38
	計	51.35(7.5)	5.19(17.1)	12.73(19.1)
ブ ナ 林	葉	24.69	2.55	4.35
	小 枝	10.23	1.28	2.49
	雄 花 序	3.66(6.8)	0.35(4.3)	0.74(4.9)
	未 熟 果	3.59(6.7)	1.22(15.1)	1.95(12.8)
	堅 果	3.83(7.2)	0.98(12.1)	1.28(8.4)
	殻 斗	4.75(8.9)	1.25(15.4)	3.52(23.1)
	そ の 他	2.81	0.47	0.88
	計	53.56(29.6)	8.10(46.9)	15.21(49.2)
ト チ ノ キ 林	葉	22.95	5.59	17.75
	小 枝	3.47	0.37	0.48
	花	6.37(14.8)	1.40(13.0)	3.48(10.5)
	堅 果	4.00(9.3)	1.57(14.6)	3.52(10.7)
	未熟果・果皮	3.47(8.0)	1.27(11.8)	5.36(16.2)
	果 柄	0.53(1.2)	0.09(0.8)	1.22(3.7)
	そ の 他	2.35	0.48	1.24
	計	43.14(33.3)	10.77(40.2)	33.05(41.1)

備考：1. コナラ, クヌギ, ミズナラ, トチノキの未熟果の養分含有率は堅果と同じと見なして計算した。

2. () は生殖器官に含まれる養分量の全体に対する比率を示した。

表9 ブナ林とトチノキ林における豊作年と凶作年のリターフォールの養分量の比較
(kg/ha・yr)

林分	リターの種類	凶作年			豊作年		
		窒素	リン	カリウム	窒素	リン	カリウム
ブナ林	葉	22.89	2.36	4.03	25.60	2.64	4.51
	小枝	8.54	1.07	2.08	11.07	1.39	2.69
	花・果実	2.52	0.53	1.46	22.49	5.44	10.51
	その他	0.73	0.12	3.98	3.86	0.64	1.20
	合計	34.68	4.09	7.80	63.02	10.11	18.91
	花・果実の養分量の割合 (%)	(7.3)	(13.0)	(18.7)	(35.7)	(53.8)	(55.6)
トチノキ林	葉	22.63	5.52	17.50	23.51	5.73	18.18
	小枝	1.54	0.16	0.21	7.48	0.80	1.03
	花・果実	4.41	1.17	3.20	24.05	7.39	20.44
	その他	3.44	0.70	1.82	0.77	0.16	0.40
	合計	32.02	7.55	22.73	55.81	14.08	40.05
	花・果実の養分量の割合 (%)	(13.8)	(15.5)	(14.1)	(43.1)	(52.5)	(51.0)

備考：ブナ林 — 凶作年：1979年，豊作年：1982年と1984年の平均

トチノキ林 — 凶作年：1984年，豊作年：1983年

が5～7年と最も長い樹種である。ブナ林に施肥すると結実を促進しかつ結実周期を短縮することができるが⁶⁾、これらの事実は結実に大量の無機養分を消費するというを物語っている。生殖成長に消費する養分量が推定できれば、天然更新や採種林施業において施肥によって結実促進する際施肥量の決定に大いに役立つ。

IV 摘 要

鳥取大学蒜山演習林(岡山県真庭郡川上村)の標高700～750mの場所に生育するコナラ、クヌギ、ミズナラ、ブナ、トチノキ林で2～5年間リターフォール量を測定し、同時にリターに含まれる窒素、リン、カリウムを分析してリターの養分量を求めた。本研究の結果を要約すると次の通りである。

(1) 1年間の平均リターフォール量は、コナラ林、クヌギ林、ミズナラ林、ブナ林、トチノキ林で、それぞれ4.01, 4.85, 4.04, 5.99, 5.59t/ha・yrであった。このうち葉のリターフォール量は2.40～3.59t/ha・yrであった。林分及び年度によってリターフォール量に差がみられた。ブナ林、トチノキ林では豊作年に多量に着果し、全リターフォール量は凶作年の1.6～1.9倍に増加した。またブナ林、トチノキ林では全リターフォール量に占める花・果実リター量の割合が豊作年に著しく増加した。

(2) リターフォールの季節変動は秋にピークを持つ落葉広葉樹型の季節変動を示し、葉は11月に最も多く落下した。しかし、枝の落下は不規則であった。果実の落下は、未熟果実は6～9月に(ただし、樹種によって多少差がある)、成熟果実は10月に(ただし、トチノキは9月中・下旬)に多く

落下した。花は開花後間もなく落下した。

(3) リターフォールの養分含有率は樹種及びリターの種類によって差があった。葉リターの養分含有率については、窒素はコナラで最も高く、トチノキで最も低かった。リンは各樹種間に大きな差はなかった。カリウムはトチノキで最も高かった。リターの種類別では、窒素とリンの含有率は花・堅果・葉で高く、殻斗・果皮で低い傾向がみられた。またカリウムは堅果・殻斗・果皮で含有率が高い傾向がみられた。

(4) リターフォールの養分量は森林の種類によって差があった。窒素の還元量はナラ林、ブナ林に比べてトチノキ林で少なく、リンとカリウムは逆にトチノキ林で最も多かった。五つの森林における窒素、リン、カリウムの還元量は、それぞれ43.14~56.39 (平均51.74) t/ha・yr, 5.19~10.77 (平均7.14) t/ha・yr, 9.95~33.05 (平均16.33) t/ha・yrであった。

(5) ブナ林とトチノキ林は豊作年に多量に開花・結実するので、豊作年には花・果実リターの養分量とその全体に占める割合が凶作年に比べて著しく増加した。豊作年における全リターフォールの養分還元量は、凶作年に比べてブナ林で窒素は1.8倍、リンは2.4~2.5倍、カリウムは2.4倍増加した。トチノキ林でも1.7~1.9倍豊作年にリターフォールの養分還元量の増加が認められた。

文 献

- 1) 橋詰隼人：二次林の再生過程に関する研究 (I) コナラ二次林における稚樹の成立状態と生長について。広葉樹研究, 3, 63~74 (1985)
- 2) 橋詰隼人・菅原基晴・長江恭博・樋口雅一：ブナ採種林における生殖器官の生産と散布 (I) 種子の生産と散布。鳥大農研報, 36, 35~42 (1984)
- 3) 橋詰隼人：クヌギ林採種林における種子生産。広葉樹研究, 4, 1~18 (1987)
- 4) 橋詰隼人：コナラ二次林における種子生産。広葉樹研究, 4, 19~27 (1987)
- 5) 橋詰隼人：トチノキの結実と果実の発達, 成熟。広葉樹研究, 4, 29~37 (1987)
- 6) 橋詰隼人：自然林におけるブナ科植物の生殖器官の生産と散布。広葉樹研究, 4, 271~290 (1987)
- 7) 石井 弘・片桐成夫・三宅 登・矢内勝美：三瓶演習林の落葉樹林における物質循環に関する研究 (II)。リターフォール量の斜面位置による違い。島根大農研報, 10, 112~117 (1976)
- 8) 片桐成夫・石井 弘・三宅 登：三瓶演習林の落葉樹林における物質循環に関する研究 (VIII) リターフォールによる養分還元量について。島根大農研報, 14, 60~68 (1980)
- 9) 片桐成夫：中国山地の落葉広葉樹二次林における物質循環の斜面位置による相違。日生態会誌, 38, 135~145 (1988)
- 10) 河原輝彦：Litter Fallによる養分還元量について (II) 有機物量および養分還元量。日林誌, 53, 231~238 (1971)
- 11) 河原輝彦：森林生態系における炭素の循環—リターフォール量とその分解速度を中心として—。林試研報, 334, 21~52 (1985)
- 12) 河田 弘・丸山幸平：ブナ天然林の結実がリターフォール量およびその養分量に及ぼす影響。日生態会誌, 36, 3~10 (1986)

- 13) 堤 利夫：生態学講座 5 - b. 陸上植物群落の物質生産 I b - 森林の物質循環 - . 共立出版, P P. 1 ~60 (1973)
- 14) 堤 利夫：森林の物質循環. 東京大学出版会, P P. 1 ~124 (1987)
- 15) 堤 利夫：森林生態学. 朝倉書店, P P. 96~111 (1989)