

カラマツ人工林のリターフォール量及び窒素還元量

北海道大学大学院農学研究科 鈴木 雅博・渋谷 正人・斎藤 秀之・高橋 邦秀

はじめに

森林にはさまざまな物質の循環系が成立しており、地力の維持や生産性に重要な意味合いを持っている(12)。リターフォールによる林地への物質還元は、林地にとって大きな物質供給源であり、生態系内の物質の重要な経路と考えられている(5)。これまで国内外で広くリターフォールに関する研究が行われており、北海道でも天然林を中心にいくつかの研究が行われてきた(8,9,10)。しかし、北海道に広く植栽され、広大な面積のあるカラマツ(*Larix kaempferi* Carr.)人工林における物質循環の研究例は少ない。今後の北海道の森林管理を考える上で、カラマツ林の物質循環の研究は重要である。

本研究は、カラマツ林における物質循環の特徴を把握するため、リターフォールによる有機物と窒素還元量の把握を目的とし、それらの有機物堆積層への堆積量を測定し、他の林分との比較を行った。

調査地と方法

調査は札幌市清田区有明に位置する札幌市有林白旗山都市環境林にて行った。2001年4月に21年生から58年生までの林齢、サイズの異なる7林分にplot I~VIIの調査区を設定し、プロット内の樹高1.3m以上の全樹木について、樹高、胸高直径を計測した。各調査区のエッジ状況を表1に示す。

リターフォールの調査のため、開口部が0.18m²のリタートラップを調査区に20個ずつ設置した。リターの回収は2001年6月から2002年5月までの1年間行った。リターは通常毎月1度、落葉の多い10月と11月は2週間に1度回収した。また2001年12月から翌年4月までの積雪期間中のリターは一括して回収した。なお、粗大リター(径が2cm以上の枝)は回収しなかった。回収したリターはカラマツの葉、枝、樹皮とその他に分別した。各試料は70°Cで48時間乾燥させ、それぞれの乾燥重量を求めた。

表1. 調査林分概況

plot	I	II	III	IV	V	VI	VII
カラマツ							
林齢(year)	21	31	39	40	41	50	58
密度(1/ha)	950	816	1100	656	700	689	735
平均胸高直径(cm)	17.4	19.7	21.2	26.6	23.4	27.3	27.1
平均樹高(m)	14.6	17.4	22.2	23.4	17.4	22.7	24.1
B.A. (m ² /ha)	23.2	25.4	40.6	37.8	32.0	41.5	44.3
カラマツ以外							
密度(1/ha)	25	720	1535	811	150	722	808
B.A. (m ² /ha)	0.0	2.9	0.9	2.1	0.5	3.1	2.6

*胸高断面積合計

また落葉、その他の落下物に関しては採取時期ごとに、落枝・樹皮に関しては一括して窒素含有率を求め、乾重に掛け合せて窒素還元量を推定した。

また、2001年11月に調査区に4カ所設定した50cm×50cmの小区画から堆積有機物層をL層とF・H層に分けて回収した。試料はササ由来のリター、枝のリター、葉及びその他のリターに分け、リターと同様に乾燥させて重量と窒素含有量の測定を行ない、それらを足し合わせてL層とF・H層の堆積有機物層の有機物量、窒素量の推定を行った。

各試料の窒素含有率の分析は、NCアナライザー(NC-1000, SHIMAZU)にて行った。

結果及び考察

1)リターフォール量

各林分のリターフォールの総量、器官ごとの内訳を表2に示す。リターフォールの年間量は4.3~6.3 t/ha/yrであり、plot Iで少ないがそれ以外では6 t/ha/yr程度の値になるところが多かった。これは北海道の天然林のリター量(アカエゾマツ優占林の3.84 t/ha/yr, ミズナラ優占林の3.30 t/ha/yr など(4,9,10))よりもかなり大きく、ウダイカンバ若齢人工林(2)に匹敵する。カラマツ人工林は北海道において比較的大きなリター生産量を有しているといえる。

全リターに対して最も比率が高いのは葉であり、全体の55~68%を占めた。落葉量は、若齢林で2.8 t/ha/yrとやや少なくなっているが、30年生以降では3~4 t/ha/yr程度であった。只木(11)は日本のカラマツの葉量について約3.0±1.0 t/haとまとめているが、今回の落葉量はカラマツ林の平均値を上回る林分が多くなっていた。

落枝量は1.0~1.7 t/ha/yrであり、全体の21~29%を占めていた。

落下した樹皮は全体量の1~3%の割合に過ぎないが、32~183 kg/ha/yrもの量となった。これだけの落下があるのはカラマツの樹皮が剥離しやすいためであると考えられる。

その他のリターはカラマツ林に侵入した広葉樹の落葉、落枝、虫の糞などが多く含まれた。

2)リターフォールの季節変化

各林分のリターフォールの季節変化を表3に示す。落葉は、5~8月は少なかったが、9月から増加した。10月後半から11月

Masahiro SUZUKI, Masato SHIBUYA, Hideyuki SAITO, Kumihide TAKAHASHI (Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8589)

Litterfall and nitrogen content in the litterfall in larch plantations

表2. 各調査区の器官別年間リターフォール量(kg/ha/yr)

	leaf	branch	bark	others	total
I	2811.1	1023.4	31.9	386.1	4252.5
(%)	(66.1)	(24.1)	(0.7)	(9.1)	(100.0)
II	3364.8	1343.7	50.1	1042.7	5801.3
(%)	(58.0)	(23.2)	(0.9)	(18.0)	(100.0)
III	4327.8	1345.6	182.9	468.0	6324.2
(%)	(68.4)	(21.3)	(2.9)	(7.4)	(100.0)
IV	3163.0	1570.4	115.0	523.9	5372.2
(%)	(58.9)	(29.2)	(2.1)	(9.8)	(100.0)
V	3734.7	1690.0	127.2	428.4	5980.2
(%)	(62.5)	(28.3)	(2.1)	(7.2)	(100.0)
VI	3377.3	1460.4	117.6	1168.2	6123.5
(%)	(55.2)	(23.8)	(1.9)	(19.1)	(100.0)
VII	3886.4	1359.8	154.2	727.2	6127.6
(%)	(63.4)	(22.2)	(2.5)	(11.9)	(100.0)

前半にかけて落葉量は最も多く、この時期に全体の52~73%の落葉が見られた。この季節変化のパターンは各林分でほぼ同じ傾向を示した。

枝と樹皮は春から秋の間は少なくほとんどが積雪期間中に落下した。枝は55~84%、樹皮は43~61%が冬季に落下していた。これは積雪が枝、樹皮に付着し、雪重のために落下するものが多いことによるものと考えられる。積雪によって冬期間にリターフォール量が増加するのは、多雪地帯の一つの特徴であると考えられている(9)。また積雪期以外の期間も落枝量は落下量の差が大きかった。これは落下の要因が風雨などの物理的影響のためであると考えられる。

その他の落下物は春と秋に緩やかなピークが見られた。春は虫糞が多く、秋は落葉広葉樹の落葉が多かった。また広葉樹の落葉はカラマツと比較するとやや時期が早くなっていた。

3) リターの窒素含有率と窒素還元量

落葉の窒素含有率の変化を表4に示す。各林分とも春は約3%と高く夏は2%前後で推移し、秋になると0.5~1.1%まで急に低下しており、季節変化のパターンは林分間で類似していた。カ

表3. リターフォール量の季節変化(%)

	leaf							branch							bark							others						
	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Jun.	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	3	5	3	1	9	17	9	5	16	8	10	10	20	7	5
Jul.	3	1	1	4	3	4	2	0	0	1	12	6	6	0	10	4	4	6	9	8	6	38	8	11	12	16	9	7
Aug.	6	3	4	3	5	4	4	5	12	11	2	6	9	22	2	11	8	8	7	7	25	8	10	14	8	11	6	14
Sep.	6	3	4	4	6	4	3	0	0	1	1	5	8	1	4	1	6	3	3	2	7	4	15	9	6	11	16	5
Oct.-1	13	13	16	13	15	11	10	0	2	3	0	1	0	0	1	1	3	4	1	2	1	4	21	10	13	7	27	17
Oct.-2	27	34	37	32	40	33	37	1	1	2	8	15	10	1	1	0	3	3	9	1	3	7	15	19	25	11	15	29
Nov.-1	25	37	28	31	24	35	36	0	0	1	2	1	2	1	1	1	2	8	1	9	4	2	2	4	5	3	1	3
Nov.-2	4	3	3	4	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0
winter	11	2	1	2	3	1	2	84	76	61	65	57	55	61	59	61	43	43	49	48	41	16	13	11	16	7	10	14
May	2	2	5	3	2	4	1	7	7	19	9	7	8	11	15	11	30	14	4	15	7	5	7	12	5	12	9	5
total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表4. 落葉の窒素含有率(gN/g; %)

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Jun.	3.1	2.8	2.8	3.0	2.9	2.9	2.8
Jul.	2.7	2.2	2.3	2.5	2.4	2.3	2.3
Aug.	2.3	1.8	2.1	2.0	2.2	2.1	2.2
Sep.	1.6	1.6	1.7	1.9	2.2	1.9	1.8
Oct.-1	1.2	1.0	1.1	1.3	1.4	1.1	1.1
Oct.-2	1.1	0.6	0.8	1.1	0.9	0.7	0.8
Nov.-1	1.3	0.8	0.7	0.9	0.7	0.5	0.7
Nov.-2	1.1	0.5	0.6	0.7	0.7	0.5	0.6
winter	1.8	1.3	1.7	1.7	1.2	1.1	1.0
May	3.3	2.7	2.9	3.1	3.4	2.7	3.0

ラマツは黄化の前に葉から枝などに窒素が転流するとされており(3)、秋季の窒素含有率の低下はこの転流によるものであると考えられる。秋季に窒素含有率が急激に低下する時期は9月から10月にかけてであり、10月後半には9月の半分程度に減少している。この時期は落葉量が増加する時期である(表3)。この変化時期の一致は東北地方のカラマツ林における報告(7)でも同様である。落葉量、落葉内窒素含有率が同調して急に変化することは、カラマツが長い着葉期間中に生産を続け、一斉に落葉し、かつ転流によって窒素を効率よく回収することを示していると考えられる。

枝及び樹皮の窒素含有率は0.3~0.9%と非常に低かった。その他の落下物はおおよそ1~3%であった。時期によって内容物が異なっているが、秋にやや低下するという傾向があった。

要素別の窒素還元量を表5にまとめた。総量は52.8~65.4 kgN/ha/yrで、北海道の中では高い値であると考えられる。全リター中の窒素含有率は0.9~1.3%であり、針広混交林や落葉広葉樹林などと大きな差はなかった。河原(5)は林分による養分還元量の違いはおおよそリターフォール量に支配されるものとしており、今回の窒素還元量が大きかったのも、リターフォール量が多かったことによるものと考えられる。

4) 堆積有機物量

各林分の堆積有機物層中の有機物量及び窒素量を表6に示す。

表5. 各調査林分の窒素還元量(kg/ha/yr)

	leaf	branch	bark	others	total
I	41.2	9.1	0.1	7.0	57.3
(%)	(71.8)	(15.8)	(0.2)	(12.1)	(100.0)
II	29.7	7.7	0.2	15.2	52.8
(%)	(56.2)	(14.6)	(0.5)	(28.7)	(100.0)
III	45.5	6.0	0.9	7.5	59.9
(%)	(76.0)	(10.0)	(1.5)	(12.6)	(100.0)
IV	40.2	8.0	0.4	10.9	59.5
(%)	(67.5)	(13.4)	(0.7)	(18.4)	(100.0)
V	45.0	10.9	0.5	9.0	65.4
(%)	(68.8)	(16.7)	(0.8)	(13.7)	(100.0)
VI	32.1	7.7	0.5	24.4	64.7
(%)	(49.6)	(11.9)	(0.8)	(37.6)	(100.0)
VII	36.4	6.0	0.5	11.6	54.6
(%)	(66.7)	(11.0)	(1.0)	(21.3)	(100.0)

堆積有機物層における有機物量は12.7~27.8 t/haであり若齢林のplot Iで小さいが、その他の調査プロットでは林齢に伴う一定の変化は見られず、ばらつきは大きいものの20 t/ha程度であった。窒素量は156~370 kgN/haであり、有機物量と同じくplot Iで小さかったが、その他では300 kgN/ha前後であった。小川ら(6)はカラマツ林の堆積有機物量は30年生前後までは林齢に伴って増加すると報告しているが、今回の結果では31~58年生の間における増加は認められない。今回のカラマツ林における有機物の堆積量は、北海道の人工林、天然林における報告(6,7,9)と比較すると、前者の値に近く後者の値よりかなり少なくなっている。

リターフォール量、堆積有機物量ともに30年生以上の林分では大きな差は認められなかった。これはカラマツ人工林では30年程度ではほぼ定常状態になることを示唆する。

シマランキルらの報告(9)と比較すると、札幌市のカラマツ人工林は、北海道北部の針広混交林よりリターフォール量が多く堆積有機物量が少なかった。人工林は施業がなされており天然林との比較は難しいが、カラマツ人工林は針広混交林より物質循環の回転が速い可能性があると考えられた。

表6. 堆積有機物層中の有機物・窒素量

plot	有機物量(t/ha)			窒素量(tN/ha)		
	L	F+H	total	L	F+H	total
I	4.7	8.0	12.7	0.05	0.10	0.16
II	9.5	15.6	25.1	0.12	0.24	0.36
III	7.5	18.5	26.0	0.09	0.28	0.37
IV	4.9	12.0	16.9	0.06	0.18	0.24
V	8.1	15.0	23.1	0.10	0.25	0.34
VI	13.4	14.3	27.8	0.16	0.21	0.37
VII	8.5	11.5	20.0	0.11	0.19	0.30

まとめ

札幌市のカラマツ人工林にてリターフォールの調査を行った。リター量、窒素還元量ともに、北海道における天然林の報告と比較すると高い値を示した。落葉量はカラマツ林としては大きいと考えられる。落葉時期は10月後半から11月前半にピークを迎え、それと時期を同じくして落葉の窒素含有率が急激に低下していた。これは樹体内転流が要因であると考えられる。

若齢林のplot Iでは落葉量、リターフォール量、堆積有機物量ともに他の30年生以上の林分と比較すると少なくなっていた。よって林冠が閉鎖し、堆積有機物量がほぼ一定となるのは30年生以降であると見積もられる。この状態はこれまで報告のあった天然林と比較すると物質循環の回転が速い可能性がある。

リターフォールは年により激しく変動することが知られており、今後も継続して調査していく予定である。また同時に行っている分解実験のデータも併せて報告する予定としている。

引用文献

- (1)相澤州平・池田重人・佐々朋幸(1993) 姫神試験地におけるカラマツ落葉中の養分濃度の季節変化. 日林東北支誌45:195-196
- (2)藤村好子・田淵隆一・トーマス・レイ・小池孝良(1994)ウダイカンバ若齢人工林のリターフォールの季節変化. 日林北支論42:85-87
- (3)原田洸(1964) 落葉期におけるカラマツの葉の養分の動き. 日林誌46:124-126
- (4)春木雅寛・呉範龍(1993) 北海道北部の天然生林のリターフォールと窒素還元量の季節変化. 北大農演研報50:95-119
- (5)河原輝彦(1971) 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
- (6)小川章・松平昇・飯塚修(1985) 北海道におけるカラマツ林A₀層の節別分画による地域、林齢別比較. 日林論96:229-230
- (7)真田悦子・高橋正通(1996) 針葉樹人工林と天然林のA₀層堆積量から見た物質循環. 北方林業48:15-16
- (8)シマランキル B.D.A.S・五十嵐恒夫(1986) 北海道北部の亜寒帯林におけるリターフォールとその分解過程(II)1984.6~1985.6のリターフォールと分解. 日林論97:215-216
- (9)シマランキル B.D.A.S・五十嵐恒夫(1987) 北海道北部の亜寒帯林におけるリターフォールとその分解過程(III)リターフォールと分解の季節変化. 日林論98:191-192
- (10)Suryo,H., Yajima,T. and Igarashi,T.(1991): Stand structure and litter production of deciduous broad-leaved forests and evergreen coniferous forests in northern Hokkaido. Res. Bull. Exp. For. Hokkaido Univ. 48:115-155
- (11)只木良也(1976) 森林の現存量—特にわが国の森林の葉量について—. 日林誌58:416-423
- (12)堤利夫・河原輝彦・四手井綱英(1968) 森林生態系における養分の循環において(I)個体および林分の地上部の養分量. 日林誌50:66-74