

(研究資料)

カラマツ・ヒノキ混交林における

リターフォール量とその分解

河原輝彦⁽¹⁾・佐藤 明⁽²⁾・竹内郁雄⁽³⁾只木良也⁽⁴⁾・蜂屋欣二⁽⁵⁾

Teruhiko KAWAHARA, Akira SATO, Ikuo TAKEUCHI, Yoshiya TADAKI

and Kinzi HATIYA: Litter Fall and its Decomposition in

a Mixed Stand of Japanese Larch (*Larix leptolepis*)and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*)

(Research note)

要 旨: カラマツ・ヒノキ混交林における物質循環の実態を知るため、1972年より5か年間にわたり、東京都水源林においていくつかの調査を行った。調査林分はカラマツ55年生、ヒノキ50年生で、それぞれの最多葉層が約20mと約12mである2段林型を示していた。

5年間を平均したha当りの年間リターフォール量は、P1およびP2~6の2林分でそれぞれ、3.6ton, 3.8tonとなった。このうち落葉量はプロットによりカラマツ、ヒノキの割合はちがったがともに2.7tonであった。これらのリターフォール量はカラマツ、ヒノキの純林における値と大きいちがいはなかった。

土壌呼吸量は気温の高い夏にもっとも高く、気温20°Cで1日あたり約10g CO₂/m²・日に達した。気温と呼吸量の関係は季節によって変化した。リターバッグ法による落葉の重量減少をみると、2年間ではヒノキ、カラマツおよびその混合ともに50%に減少するが、その後減少速度は落ちて5年目でそれぞれ65%, 72%, 77%に減少し、両者の落葉を混合した場合に減少率が高まる傾向がみられた。土壌表層でのリターフォールなどの雨水による移動をみると、落葉は全移動量の49%を占め、ついで土が25%であった。

目 次

1. はじめに	80
2. 調査地と調査方法	80
3. 調査林分の構造	81
4. リターフォール量	83
5. 土 壌 呼 吸 量	86
6. リターバッグ法による落葉の分解	86
7. A ₀ 層表層でのリターフォールなどの移動	88
引 用 文 献	89
Summary	91

1980年7月28日受理

造 林—50 Silviculture—50

- (1) 関西支場
- (2) 北海道支場
- (3) 四国支場
- (4) 信州大学理学部
- (5) 造林部

1. はじめに

高寒地でのヒノキ単純林植栽地の不成績原因の一つとして、植栽から十数年間の冬季の寒害があげられる。この害を防ぐ方法の一つとして、寒さに強い樹種を前植しておき、その生長をまって数年後に下木としてヒノキを植栽する方法がとられる。今回調査対象とした東京都水道局の管理する都水源林においても、古くよりこの方法がとられ好成績を得てきた。

カラマツとヒノキの混交林は寒害防止を主目的としたものであるが、混交林は環境保全的機能からみても大きな役割をしている。すなわち、ヒノキ単純林では A_0 層の有機物や土壌が雨水で流亡しやすく、林地の悪化が進んでいるところが多い。しかし、ヒノキにカラマツを混植すれば、カラマツの落葉が林地をおおうために A_0 層の有機物や土壌の流亡がかなりおさえられていることも考えられる。

今までに混交林の取扱い方や物質生産についての報告は多くあるが^{(1)(8)(7)(13)~(16)(19)(20)(23)~(26)}、土壌や物質循環に関する報告は少ない⁽⁴⁾⁽⁸⁾⁽²¹⁾⁽²²⁾。これらの報告のうちカラマツ・ヒノキ混交林についての報告は2・3あるが⁽⁸⁾⁽¹¹⁾⁽²⁴⁾、物質循環の面からみた報告はみあたらない。ここではカラマツ・ヒノキ混交林におけるリターフォール量とその分解などについて2・3の知見を得たので報告する。

なお、この研究は1973年4月から1978年3月まで続けられた農林省別枠研究「農林漁業における環境保全的技術に関する総合研究」の中の一部としておこなった。この調査にご協力いただいた東京都水源林事務所の各位、造林部桜井尚武氏（現東北支場）および加茂皓一氏（現関西支場）に感謝の意を表する。

2. 調査地と調査方法

調査地は山梨県塩山市落合の柳沢川流域萩原山東京都有林17林班に設定された。この調査地は標高1,250 m、袋状凹地型の底部にあたり、傾斜方向は南東、傾斜は平均約25度である。土壌の母材は花崗閃緑岩と火山灰で、土壌は B_{le} 型、地表には比較的落葉の堆積が多い。約1 km（標高にして約130 m低い）離れた落合での観測によれば、年平均気温 7.4°C 、年平均降水量1,745 mm、年降水日数170日である。温かさの指数は $59^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ 、寒さの指数は $-30^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ となる。

調査地は Fig. 1 のようであり、その面積は $2,809\text{ m}^2$ で、これを6プロットに分けた。プロット1 (P1) は斜面下部の谷筋ではほぼ平坦地であるが、他のプロットは谷から尾根への斜面になっている。

林況は55年生カラマツが上層林冠をなし、その下に50年生のヒノキの林冠のある2段林型の混交林で、それぞれの立木配置は Fig. 1 のよう

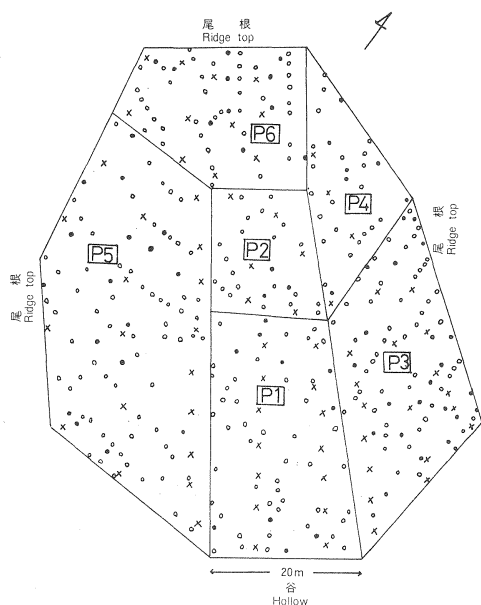


Fig. 1 立木の位置図
Distribution map of standing trees.

- カラマツ *Larix leptolepis*
- ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*
- × リタートラップ Litter trap

である。林内は暗く、下層植生はウリハダカエデ、アサノハカエデ、タカノツメなどがごく少数散生するのみである。

1972年8月に調査地を設定し、この試験地内に木製枠に寒冷紗の袋をつけた50 cm × 50 cmの角型リタートラップを72個配置し、以後年3回の頻度（5月、8月、11月末か12月初）でトラップに捕捉されたリターを回収した。回収したリターは研究室に持ち帰り80°Cで乾燥したのち、樹種別に葉、枝、樹皮、球果、虫糞、その他の部分に分けて計量した。

各リター回収時には、アルカリ吸収法によって土壌呼吸量を測定した。これは林床に直径約18 cmのカンを伏せ、その中に約1 NのKOH液10 ccを24時間放置し、回収した液は0.2 N HClで滴定し、土壌からのCO₂発生量を求める方法である。カンは斜面上部、中部、下部の3か所にそれぞれ4個ずつ置いた。

1972年11月にはリタートラップから回収した落葉をヒノキとカラマツに分けたのち、それぞれ単独と両落葉を混合したものをサランネット製のリターバッグ（30 cm × 30 cm）に入れ、林床に設置した。バッグ内に入れた落葉量は単独のものではヒノキ30 g（乾重28.5 g）、カラマツ20 g（乾重19 g）、両者の混合ではヒノキ15 gとカラマツ10 g（乾重14.25 gと9.5 g）である。回収は毎年12月に5袋ずつおこない、回収したリターは乾燥したのち重量減少を測定した。

斜面上部から斜面下部へと雨水によって移動するA₀層のリターフォール量および土量を知るために、30 cm × 30 cmの大きさのチリ取り状容器10個を1973年10月に林床のA₀層表面とおなじ高さに固定して設置した。容器は表面からの移動物が入る部分をのぞき、上空からの落下物が入らぬようフタをした。設置したプロットはP3で、およその傾斜度は30度であった。容器にたまったリターフォールや土は、落葉落枝の回収時に回収し、乾燥したのち、葉、枝、土、その他に分け、それぞれの重量を測定した。

毎木調査は1972年9月と1977年11月におこなった。なお胸高直径の測定は全木についておこなったが、樹高と枝下高は1972年にヒノキ52本、カラマツ27本のみを測定した。

この混交林での調査は1977年11月で終了した。

3. 調査林分の構造

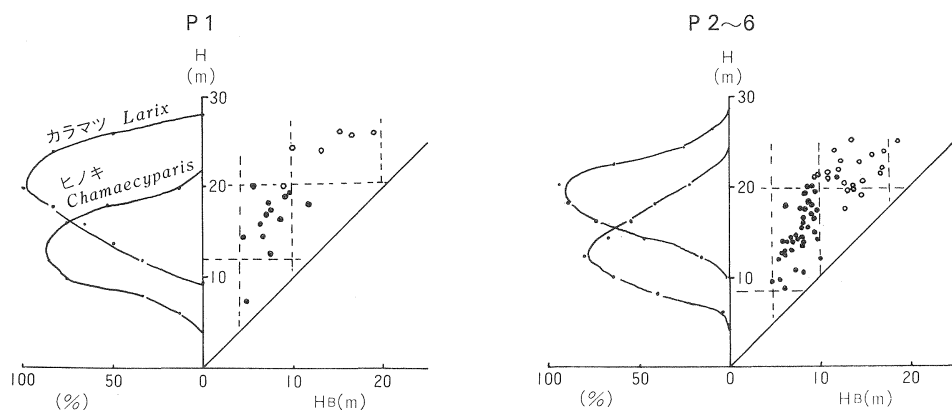
調査林分の概況はTable 1のとおりである。1972年の平均樹高は測定木についての直径—樹高曲線より推定し、1977年の樹高もこの関係より推定した。

これらの調査林分の状況をみると、カラマツの樹高生長は信州地方の収穫表で地位中庸を示し、また、ヒノキの樹高生長はヒノキがカラマツの樹冠下にあるにもかかわらず、関東地方の地位上に匹敵している。

調査林分の立体的構造を知るため、今回は層別刈取法をおこなっていないので、樹冠曲線によって検討した。樹冠曲線とはある高さZに存在する樹冠の数を全個体数に対する百分比で表わしたものである。すなわち、各樹冠は樹高(H)と枝下高(H_b)の間の高さに存在するから、ある高さZに存在する樹冠の数はH>Z>H_bの条件をみたす個体数となる。したがって、上から下に向かってHとH_bの累計個体数曲線の差が樹冠曲線となる¹⁷⁾。Fig. 2は樹高と枝下高を測定した個体のみで描いたものであるが、測定木は直径分布に応じて選定しているので、この図はおよそこの林分の立体構造を表わしていると思われる。

Table 1. 調査林分の概況
Description of experimental stand

		1972			1977		
		カラマツ <i>Larix</i> <i>leptolepis</i>	ヒノキ <i>Chamaecy-</i> <i>paris</i> <i>obtusa</i>	合 計 Total	カラマツ <i>Larix</i> <i>leptolepis</i>	ヒノキ <i>Chamaecy-</i> <i>paris</i> <i>obtusa</i>	合 計 Total
P 1	林 齢 Stand age (years)	55	50		60	55	
	立 木 本 数 Density (No./ha)	214	839	1,053	214	821	1,035
	平 均 樹 高 Ave. height (m)	24.5	17.9		24.7	18.4	
	平 均 直 径 Ave. diameter (cm)	26.2	20.3		27.3	21.4	
	断 面 積 合 計 Basal area (m ² /ha)	11.7	28.8	40.5	12.8	30.5	43.3
P 2~6	林 齢 Stand age (years)	55	50		60	55	
	立 木 本 数 Density (No./ha)	306	1,054	1,360	302	1,009	1,311
	平 均 樹 高 Ave. height (m)	21.1	15.2		21.5	15.6	
	平 均 直 径 Ave. diameter (cm)	23.7	18.7		24.0	19.1	
	断 面 積 合 計 Basal area (m ² /ha)	13.5	28.9	42.4	13.7	28.9	42.6

Fig. 2 樹冠曲線と樹高一枝下高関係
Crown depth diagram and tree height-lowest living branch relation.○ カラマツ *Larix leptolepis* ● ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*

る。

P1とP2~P6の樹冠曲線あるいはH-H_b関係においても、カラマツの樹冠層とヒノキの樹冠層とは完全に分化しているのではなく、両者が重なっている部分もある。しかし、およそカラマツの樹冠のほうが上方にあり、ヒノキは庇圧されている状態にある。カラマツのクローネはおよそ10mから28mの高さの範囲内にあり、クローネ幅は約18mとなり、その最多層は約20mの高さである。これに対して、ヒノキのクローネは5mから25mの範囲であり、最多層は約12mとなっており、おおむねこの林分は2段林型になっている。

4. リターフォール量

(1) リターフォールの分布

調査地内のおよそのリターフォールの分布を Fig. 3 に示す。

ヒノキの落葉の分布 (Fig. 3-1) は全体的な傾向としては尾根のほうが少なく、谷筋で多くなっている。

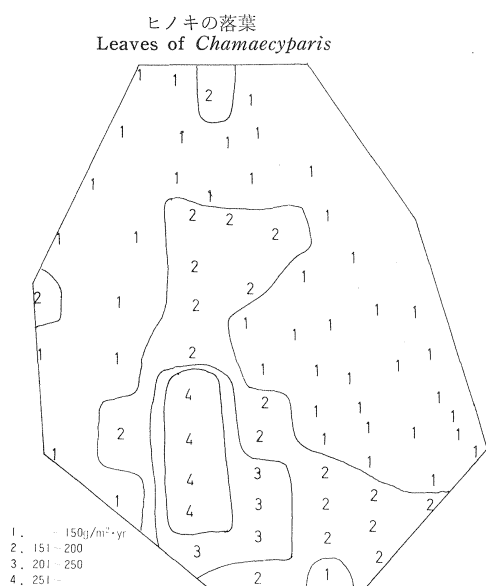


Fig. 3-1 リターフォールの分布
Distribution of annual litter fall rates.

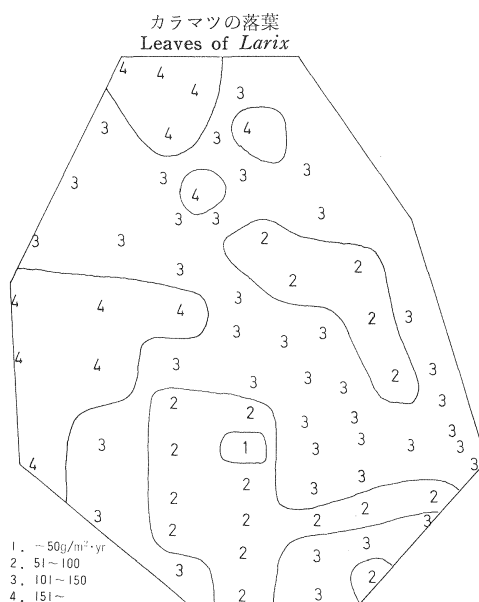


Fig. 3-2 リターフォールの分布
Distribution of annual litter fall rates.

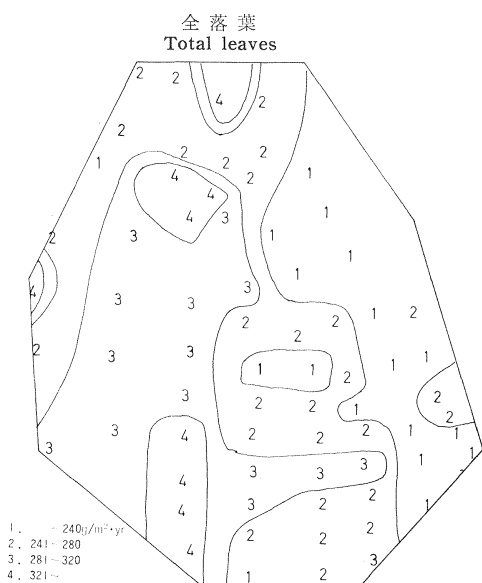


Fig. 3-3 リターフォールの分布
Distribution of annual litter fall rates.

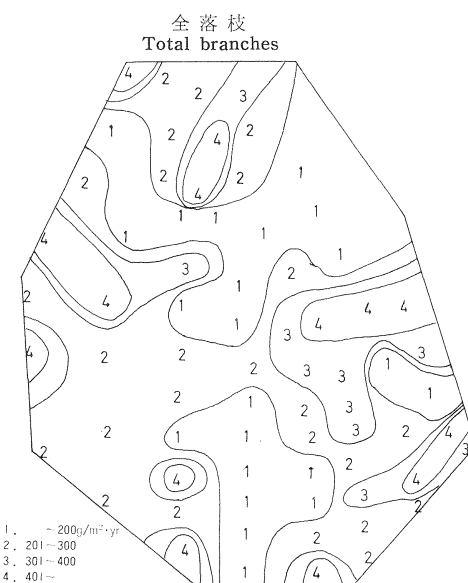


Fig. 3-4 リターフォールの分布
Distribution of annual litter fall rates.

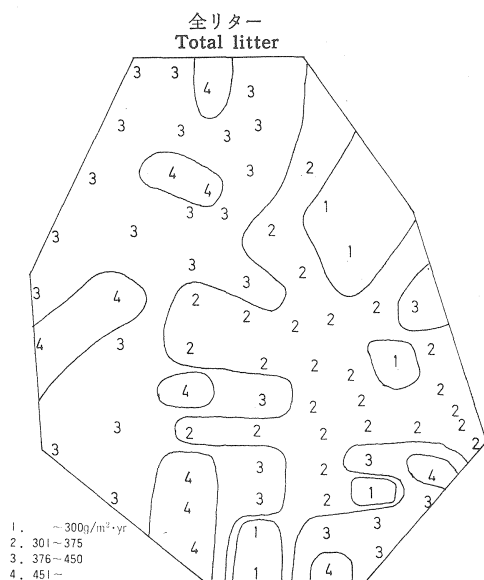


Fig. 3-5 リターフォールの分布
Distribution of annual litter fall rates.

年間落枝量の分布を測定 5 年間の平均値でみると Fig. 3-4 のようになる。落葉のように風に影響されることの少ない落枝の分布では、トラップ間に大きい差があり、不均一な平面的分布をするので、単位面積あたりの落枝量を求めるには、トラップ数をできるだけ多くする必要がある。

落下した樹皮の分布も落枝とおなじく不均一であるが、落下球果の分布はその大部分がヒノキの球果であるため、ヒノキの落葉の分布と似ていた。

全リターフォール量でみると (Fig. 3-5)、全体的にみると西斜面が多く、東斜面が少ないようである。これは落葉量の分布が大きく支配しているためである。

(2) 1 年間のリターフォール量

斜面下部の谷筋の平坦地の P1 とそれを取りまく斜面の P2~6 の 2 つに分けて、1 年間のリターフォール量を Table 2-1~2 に示す。なお P1 については採取時期ごとに示した。

年間の落葉量は年次によって変動したが、P1 と P2~6 ともおなじ傾向を示した。ヒノキにくらべてカラマツの落葉量の年変動が大きく、もっとも少ない年では、もっとも多い年の 1/2 以下になったが、この原因は今のところ明らかでない。

5 年間の平均年間落葉量は、立木の配置を反映して、谷筋の P1 ではヒノキ 1.8 ton/ha, カラマツ 0.9 ton/ha, 斜面の P2~6 ではそれぞれ 1.5 ton/ha, 1.2 ton/ha と推定されたが、全落葉量は P1, P2~6 とともに 2.7 ton/ha となった。この落葉量はわが国温帯の各種の森林の落葉量の測定値からみて 妥当な値であろう¹⁸⁾。なお全リターフォール量のうち落葉の占める割合が大きく、P1 で 76%, P2~6 で 72% に達している。

落枝量は落葉よりも年変動が大きいが、5 年間の平均年間落枝量は P1 でヒノキ, カラマツともに 0.25 ton/ha で計 0.5 ton/ha, P2~6 でヒノキ 0.26 ton/ha, カラマツ 0.29 ton/ha, 計 0.55 ton/ha となった。

る。また、カラマツの落葉では (Fig. 3-2) ヒノキとは反対に、谷筋で少なく尾根筋で多くなる傾向がみられる。これら落葉の分布と立木の配置との関係を見ると、ヒノキは概して谷筋に多く、また、カラマツは尾根筋に多く存在するようで、この両者の混交割合の違いが、落葉の分布に大きく影響しているものと思われる。カラマツとヒノキの落葉を合わせた全量でみると (Fig. 3-3)、東斜面が少なく、ついで少ないところが西斜面の尾根筋と谷筋、多いところは西斜面の中腹から谷筋にかけてである。このように場所によって落葉量に違いがあるが、もっとも少ないトラップで 1 年間の平均落葉量は 199 g/m², もっとも多いトラップで 393 g/m² とほぼ 2 倍のひらきがあった。しかし、大部分のトラップでは 220~300 g/m² の範囲内にあった。

Table 2-1. リターフォール量 (P 1)

Amounts of litter fall (P 1)

(g/m²)

	葉 Leaf		枝 Branch		樹皮 Bark	球果 Corn	その他 Others	合計 Total
	ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	カラマツ <i>Larix leptolepis</i>	ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	カラマツ <i>Larix leptolepis</i>				
1973, Sep.~Dec.	100.0	76.3	7.4	8.5	5.1			197.3
~May	100.1	3.2	11.4	30.9	5.9	1.8		153.3
~Aug.	7.3	5.0	0.5	1.3	1.5	0.8	22.3	38.7
Total	207.4	84.5	19.3	40.7	12.5	2.6	22.3	389.3
1974, Sep.~Dec.	84.9	41.8	5.5	3.1	2.3		7.8	145.4
~May	62.6	13.4	12.2	3.0	3.8		3.2	98.2
~Aug.	29.0	16.1	7.2	3.1	3.2	1.5	24.6	84.7
Total	176.5	71.3	24.9	9.2	9.3	1.5	35.6	328.3
1975, Sep.~Dec.	101.7	67.8	6.4	3.0	2.6	0.3	0.1	181.9
~May	84.2	2.6	22.4	19.6	3.7	0.9		133.4
~Aug.	15.8	8.1	9.5	6.1	3.6	4.7	4.0	51.8
Total	201.7	78.5	38.3	28.7	9.9	5.9	4.1	367.1
1976, Sep.~Nov.	27.6	122.9	1.2	1.7	1.4	0.4	10.1	165.3
~May	122.8	6.7	13.1	15.3	5.7	0.4	0.2	164.2
~Aug.	6.9	15.5	0.6	0.2	0.6	0.2	13.7	37.7
Total	157.3	145.1	14.9	17.2	7.7	1.0	24.0	367.2
1977, Sep.~Nov.	56.0	61.4	3.1	0.5	2.0	0.2		123.2
~May	109.3	8.0	26.7	26.7	4.8	6.6	3.7	185.8
~Aug.	8.1	2.6	0.1	1.5	1.1	1.0	1.6	16.0
Total	173.4	72.0	29.9	28.7	7.9	7.8	5.3	325.0
平均 (Ave.)	183.3	90.3	25.5	24.9	9.5	3.8	18.3	355.6

Table 2-2. リターフォール量 (P 2~6)

Amounts of litter fall (P 2~6)

(g/m²·yr)

	葉 Leaf		枝 Branch		樹皮 Bark	球果 Corn	その他 Others	合計 Total
	ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	カラマツ <i>Larix leptolepis</i>	ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	カラマツ <i>Larix leptolepis</i>				
1973	176.8	111.1	21.4	33.9	9.4	2.7	43.3	398.6
1974	142.0	72.2	22.2	23.0	9.5	5.7	53.9	328.5
1975	149.7	141.4	43.2	28.2	9.6	6.6	9.7	388.4
1976	152.6	182.0	15.9	24.4	8.6	1.0	50.0	434.5
1977	135.0	107.6	26.8	34.3	9.8	8.5	26.7	348.7
平均(Ave.)	151.2	122.9	25.9	28.8	9.4	4.9	37.6	380.7

樹皮の落下量は年変動が少ないが、球果の落下量の年変動は極めて大きい。平均年間落下量は P1 でそれぞれ 0.1 ton/ha と 0.04 ton/ha, P2~6 で 0.1 ton/ha, 0.05 ton/ha であって、全リターフォール量に占める割合は小さい。

その他とされたリターフォール量の内容はほとんど虫糞と推測された。これも年変動が大きい、平均年間落下量として P1 で 0.18 ton/ha, P2~6 で 0.38 ton/ha が推定された。

全リターフォール量の年変動は比較的少なくなっており、平均年間量は P1 で 3.6 ton/ha, P2~6 で 3.8 ton/ha となった。

5. 土 壌 呼 吸 量

落葉落枝など樹体から供給された有機物は、土壤動物や土壤微生物の働きによって分解され、最終的には CO_2 ガスとして土壤表面から空气中に放出される。土壤生物の活動は気温に大きく左右され、気温の高い時期ほど活発におこなわれるために、 CO_2 発生量も多くなることが知られている²⁾⁹⁾¹⁰⁾¹²⁾。そこで、気温(最高気温と最低気温の平均)と 1 日間の CO_2 発生量との関係を片対数グラフに図示した (Fig. 4)。

なお、各点は 4 測定値の平均である。

図にみられるように夏の測定値がもっとも大きく、気温 17~20°C で 7.5~10.2 g $\text{CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 、ついで 5 月の気温 9~12°C で 3~4 g $\text{CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 、12 月の値がもっとも小さく、気温 2~3°C で 1.5~3 g $\text{CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ であった。すなわち、気温が高くなれば CO_2 発生量は大きくなっている。いままでの報告でも気温と CO_2 発生量の間には気温が 10°C 上昇すれば CO_2 量が約 2 倍になるいわゆる $Q_{10} \div 2$ の関係があるといわれている。今回の調査結果では、11 月から 5 月にかけての CO_2 発生量は $Q_{10} \div 2$ の直線すなわち勾配 2 の直線にそって増加しているが、春→夏の CO_2 発生量の増加あるいは夏→冬の CO_2 発生量の減少は勾配 2 の直線にのらず、 $Q_{10} \div 2.5$ と大きくなる。とくに春→夏の勾配は大きく $Q_{10} \div 3$ であった。このように春から夏にかけての勾配が大きかった理由として、土壤呼吸量に気温よりも大きな影響を与えている

地温の季節変化が気温の季節変化よりも半月から 1 か月遅れていることや春から夏にかけての気温の日較差が他の季節のそれと異なることなどが考えられる⁶⁾。

CO_2 発生量の場所の違い、すなわち、斜面上部、中部、下部の違いをみると、斜面下部、中部、上部の順に少なくなっている。これは斜面下部では土壤有機物が多く、また土壤含水率が大きいためであろう⁶⁾。

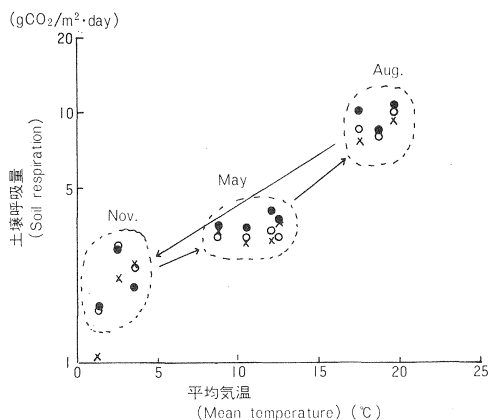


Fig. 4 土壤呼吸量と平均気温との関係
Relation between mean temperature and soil respiration.

- × 斜面上部 Upper part of slope
- 斜面中部 Middle part of slope
- 斜面下部 Lower part of slope

6. リターバッグ法による落葉の分解

林床に落ちた落葉がどのような早さで消失分解していくか、その過程を知るためにリターバッグに落葉を入れ、林床に設置し、一定期間ごとに回収し、その重量の減少を調べた。

各落葉の重量は、時間の経過とともに減少している (Fig. 5)。ヒノキ、カラマツ、混合間の重量減少をみると、設置2年間は樹種の違いや混合と単独の違いはほとんどなく、その重量減少率は50%であった。しかし、その後多少重量の減少速度は小さくなる。5年後の1977年11月ではヒノキの重量減少率は65%であったのに対して、カラマツでは72%とやや高かった。一方、両樹種混合では、各樹種単独よりも減少が早く、1977年11月の減少率は77%であった。これからみれば樹種混合の影響がでているようである。

Fig. 5 にみられるように各落葉の残存率は時間の経過とともに指数関数的に減少しているが、その傾向は設置2年目までとそれ以後とは異なっている。残存率 (y) と時間 (t) との関係は、

$$y = e^{-kt} \quad (k: \text{分解率})$$

で表わすことができる。それぞれの分解率 k を求めると、2年目までの k は0.065であるが、2年目以後はヒノキが0.022, カラマツが0.041, 混合が0.050となった。

ここで求めた重量の減少率といままで同じ方法で求められている重量減少率と比較してみた (Table 3)。赤沼のアカマツやコナラの落葉の重量減少率は今回得た値よりも大きかった⁸⁾ が、これは樹種の違いも関係しているであろうが、年平均気温が高いことが大きく影響していると思われる。同じくらいの年平均気温にある矢板のヒノキ¹⁰⁾は今回のヒノキよりも分解は遅い。これは今回の調査林分がカラマツとの混交林であることが影響しているのかもしれない。

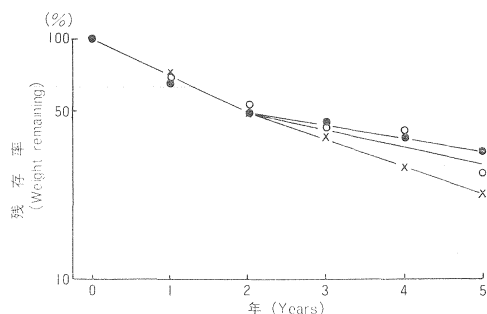


Fig. 5 リターバッグ法による落葉の分解
Decomposition of fallen leaves observed by litter bag method.

● ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*
○ カラマツ *Larix leptolepis*
× 混合 Mixture of both leaves

Table 3. リターバッグ法による落葉の重量減少率
Weight losses of leaves observed by litter bag method

樹 種 Tree species	場 所 Location	年平均気温 Ave. Temp. (°C)	重 量 減 少 率 Rate of weight loss (%)	
			3 年 目 By 3 years	5 年 目 By 5 years
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis obtusa</i> カ ラ マ ツ <i>Larix leptolepis</i> 混 合 Mixture	山 梨 県 落 合 Ochiai, Yamanashi Pref.	7.4	54	65
			57	72
			61	77
コ ナ ラ <i>Q. serrata</i> ア カ マ ツ <i>P. densiflora</i>	埼 玉 県 赤 沼 Akanuma, Saitama Pref.	14.3	74	
			75	
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis obtusa</i> ブ ナ <i>Fagus crenata</i>	栃 木 県 矢 板 Yaita, Tochigi Pref.	8.0	42	
			56	

7. A₀層表層でのリターフォールなどの移動

傾斜面では堆積したリターフォールも強い降雨によって上方より下方へ移動する。とくにヒノキの落葉がリン片状に分解し流亡しやすいことが指摘されている。ヒノキ・カラマツの混交林でこのようなリターフォールの移動の実態を知るために調査をおこなった。3において述べた容器によって、斜面上部より下部へ移動したリターフォールや土などの量をとらえた。Table 4 に等高線上1mあたりの移動通過量を示す。

落葉の移動量を5年間の年平均でみると、ヒノキが38.2 g/m, カラマツが30.4 g/mでヒノキのほうが多かった。しかし、それぞれの落葉量から考えると、A₀層でカラマツ落葉が移動する割合はヒノキ落葉の移動の割合よりも大きいといえる。これはヒノキの落葉がリン片状になり、カラマツの落葉の下にもぐってしまうために、その移動が小さかったと思われる。このことからすればカラマツの混交がヒノキ落葉の流亡防止に大きな役割をはたしているといえる。

落葉の移動量は全移動量の49%と半ばを占める。移動のもっとも多い季節は落葉期の11月末で、1年

Table 4. A₀層でのリターフォールなどの雨水による移動量Movement litter fall on A₀ layer by rain water

(g/m)

	葉 Leaf		枝 Branch		土 壤 Soil	その他 Others	合 計 Total
	ヒ ノ キ <i>Chamaecy- paris obtusa</i>	カラマツ <i>Larix leptolepis</i>	ヒ ノ キ <i>Chamaecy- paris obtusa</i>	カラマツ <i>Larix leptolepis</i>			
1973, Dec.~May	15.5	5.4			1.5	11.5	33.9
~Aug.	10.6	5.1			9.7	1.5	26.9
~Nov.	16.1	11.2	1.2	1.2	6.1	3.6	39.4
Total	42.2	21.7	1.2	1.2	17.3	16.6	100.2
1974, Dec.~May	8.2	5.2	7.0	1.8		7.3	29.5
~Aug.	16.1	14.8	5.2	6.7	11.8	26.7	81.3
~Nov.	20.6	20.6	2.1	1.5	30.6	18.5	93.9
Total	44.9	40.6	14.3	10.0	42.4	52.5	204.7
1975, Dec.~May	9.1	3.0	5.2	0.9	2.7	4.2	25.1
~Aug.	10.9	7.3	4.2	1.5	17.0	10.9	51.8
~Nov.	9.4	15.8	0.3	0.3	21.8	5.5	53.1
Total	29.4	26.1	9.7	2.7	41.5	20.6	130.0
1976, Dec.~May	10.3	10.6	2.1	2.1	0.3	5.5	30.9
~Aug.	5.5	4.2	0.6	1.2	13.3	4.5	29.3
~Nov.	15.5	14.8	2.1	1.2	17.3	4.2	55.1
Total	31.3	29.6	4.8	4.5	30.9	14.2	115.3
1977, Dec.~May	9.7	2.7	3.3	3.3	2.4	7.0	28.4
~Aug.	4.2	1.8	1.5	1.2	7.9	3.9	20.5
~Nov.	12.4	15.5	1.5	0.9	15.2	6.1	51.6
Total	26.3	19.0	6.3	5.4	25.5	17.0	100.5

間の移動量のうちこの時期に占める比率はヒノキで48%, カラマツ56%であった。

枝の移動量は落葉にくらべて少なく、5年間の年平均量はヒノキで4.2 g/m, カラマツで5.3 g/mとなり、落葉のように落葉期に多くなる傾向はなかった。しかし、落葉と異なり年変動が非常に大きく、ヒノキ、カラマツとも最大量と最小量とで10倍の違いがみられた。

樹皮、球果、糞などを含めたその他の移動量は平均26.6 g/mで、一定の季節変動はみられなかった。

土の移動量は年平均で34.7 g/mで全移動量の25%を占め、ヒノキの葉について多かった。この調査林分のA₀層はカラマツの落葉でマット状におおわれているにもかかわらず、かなり多くの土が移動しており、もし、ヒノキの純林であれば、この土量はかなり多いものと思われる。

1年間の全移動量をみると、110~183 g/mで、年変動がかなりあるが、これはリターフォール量や、降雨量の年変動が大きく影響しているものと思われる。

引用文献

- 1) 明永久次郎：アカマツとカラマツの混淆植栽について，林試研報，26，57~136，(1925)
- 2) 千葉喬三・堤 利夫：森林の土壤呼吸に関する研究（Ⅰ），土壤呼吸と気温との関係について，京大演報，39，91~99，(1967)
- 3) 細井 守・山本久仁雄：あかまつとヒノキ混交林に関する研究，林試京支業務報告(1)，235~253，(1952)
- 4) 石井 弘：アカマツ土壌における糸状菌の分布に関する研究，(4) 針葉と広葉の糸状菌群落におよぼす影響，島根大農研報，2，51~56，(1968)
- 5) 片桐成夫・堤 利夫：森林の物質循環と地位との関係について，土壌中の養分蓄積量，JIBP-PT-F，75~78，(1969)
- 6) ———・石井 弘・三宅 登・福芳隆博：三瓶演習林の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究（Ⅶ），土壤呼吸速度とそれに及ぼす2・3の要因について，島根大農研報，13，50~56，(1979)
- 7) 勝沼泰太郎：天然生ヒバ・アカマツ混淆林の構造状態並びに其施業に関する一考察，日林誌，14，33~42，(1932)
- 8) 河原輝彦：リターの分解について（Ⅱ），2種類の落葉混合が分解速度に及ぼす影響，日生態会誌，25，71~76，(1975)
- 9) ———：同上（Ⅳ），土壤呼吸量中の根の呼吸量の推定，日林誌，58，353~359，(1976)
- 10) ———・只木良也・竹内郁雄・佐藤 明・樋口国雄・加茂皓一：ブナ天然林とヒノキ人工林の物質生産とその循環，日生態会誌，29，387~395，(1979)
- 11) 河田 杰・大橋英一：カラマツ・ヒノキ混淆林試験の成績，林試研報，38，63~95，(1942)
- 12) 桐田博充：照葉樹林の土壤呼吸に関する研究，日生態会誌，21，230~244，(1971)
- 13) 黒瀬篤平：ヒノキ造林地に侵入せる天然アカマツの取扱いについて，高知林友，323，8~10，(1953)
- 14) 森田正彦：ヒノキ造林地に侵入したアカマツの取扱いについて，岡山署管内小本宮国有林の場合，林業技術，323，37~38，(1969)
- 15) 西尾 敏：肥料木混植の効果，混植地の微生物群落と土壌化学性の変移について，福岡林試研報，11，10~18，(1959)
- 16) 西山利秋：スギ，ヒノキ幼齡人工造林地に侵入した天然生アカマツの取扱いについて，熊本局造技研，137~144，(1965)
- 17) 小川房人：芦生ブナ林の立体構造と光分布，JIBP-PT-F，45~52，(1967)
- 18) 斎藤秀樹：ヒノキ人工林生態系の物質生産機構（四手井・赤井・斎藤・河原 共著），ヒノキ林——その生態と天然更新，49~210，地球社，東京，(1974)

- 19) 坂本正康：杉松の造林地に侵入した松について，暖帯林，15(3)，61～65，(1960)
- 20) 佐々木梧郎：下越地方における杉・赤松混淆天然林について，日林講（昭14），296～307，(1939)
- 21) THOMAS, W. A. : Decomposition of loblolly pine needles with and without addition of dog wood leaves, Ecology, 49, 568～571, (1968)
- 22) 堤 利夫・杉山利治・田村安男：アカマツ落葉の分解に対するヒメヤシャブシ落葉混合の影響，日林講，63，150～152，(1954)
- 23) 土屋 石：アカマツ・ヒノキ混淆造成について，高知林友，228，1～10，(1939)
- 24) 宇佐美広吉：ヒノキ・カラマツ混交林内におけるヒノキ造林木の生態，65回日林講，219～221，(1956)
- 25) 山本久仁雄：ヒノキ造林地に侵入したアカマツの取扱い，日林関西支講，6，34～35，(1957)
- 26) 横山 緑・前田千秋：アカマツ・ヒノキ混交林について（第1報），アカマツ研論集，225～245，(1954)

Litter Fall and its Decomposition in a Mixed Stand of Japanese Larch
(*Larix leptolepis*) and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*)
(Research note)

Teruhiko KAWAHARA⁽¹⁾, Akira SATO⁽²⁾, Ikuo TAKEUCHI⁽³⁾
Yoshiya TADAKI⁽⁴⁾ and Kinzi HATYI⁽⁵⁾

Summary

The measurements of litter fall, soil respiration, leaf decomposition and materials on the A₀ layer moved by rain water were carried out from 1972 to 1977, in order to investigate the movement of organic matter in a mixed stand of *Larix leptolepis* (55 years-old) and *Chamaecyparis obtusa* (50 years-old).

(1) The stand canopy was comprised roughly of two layers. The upper layer consisting mainly of *Larix* crowns ranges from 10 to 28 m high. The lower layer consisting mainly of *Chamaecyparis* crowns ranges from 5 to 25 m.

(2) The distribution of leaf litter fall on the forest floor was more uniform than that of other litter fall. The amount of *Chamaecyparis* leaf litter was larger at the lower parts of the slope than at the upper parts. On the other hand, the amount of *Larix* leaf litter was smaller at the lower parts. Annual mean of leaf, branch and total litters was 2.7 ton/ha, 0.5 ton/ha and 3.6 ton/ha, respectively.

(3) Soil respiration showed the maximum values in summer, 10 g CO₂/m²·day at 20°C. The effect of mean temperature on soil respiration tended to change with season. The relation was satisfied with Q₁₀=2 from winter to spring and Q₁₀=2.5~3 in the other seasons.

(4) Decomposition rates of *Chamaecyparis* and *Larix* leaves and a mixture of both species' leaves were estimated by the litter bag method. The weight of leaves decreased with the progress of decomposition. The weight of leaves decreased by 50% within two years, and then the decrease became smaller. After five years, the weight loss of *Chamaecyparis*, *Larix* and the mixture was 65%, 72% and 77%, respectively. This indicates that mixed leaves decomposed most rapidly.

(5) Leaf litter and soil on the A₀ layer moved by rain water occupied 49% and 25% of the total moving materials, respectively.

(6) Consequently, the amount of litter fall in this mixed stand seems to be no greater than that in a pure *Chamaecyparis* stand. But decomposition rates and movement of materials on the A₀ layer may be influenced by a mixture of tree species.

Received July 28, 1980

(1) Kansai Branch Station

(2) Hokkaido Branch Station

(3) Shikoku Branch Station

(4) Faculty of Science, Shinshu University

(5) Silviculture Division