

ヒノキ人工林のリターフォール による養分の還元について

—施肥と地位との影響—

上 田 晋之助・堤 利 夫

The amount of nutrient elements of litterfall
in *Chamaecyparis obtusa* stands
—Influences of fertilization and site condition—

Shinnosuke UEDA and Toshio TSUTSUMI

要 旨

約50年生のヒノキ林で、地位の良否と施肥によるリターフォール量の変化を3年間にわたって調べた。またこのリターに含まれてそれぞれの林床へ還元された、チッ素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムの5養分元素の量を測定した。その結果、

1) 各区のリターフォール量は3.83～5.26 ton/ha·yrで、このうちヒノキの葉リターは約半分かそれ以上を占め、1.90～3.27 ton/ha·yrであった。

2) このリターに含まれてそれぞれの林床へ還元された養分元素の量は、チッ素は27.3～44.5 kg/ha·yr、リンは3.0～5.0 kg/ha·yr、カリウムは7.0～15.1 kg/ha·yr、カルシウムは23.7～35.0 kg/ha·yr、マグネシウムは3.9～5.6 kg/ha·yrであった。

3) ヒノキの落葉は11月にその大部分が集中した。このため各養分元素の還元もこの時期に集中したことになる。しかしこの時のヒノキの葉リター中のチッ素、リン、カリウムの含有率は比較的低い時期にあたるのに対し、カルシウム、マグネシウムはむしろ比較的高い時期にあっていた。

4) 還元された各養分元素を、リターの組成別にみると、どの養分元素もヒノキの葉がもっとも多く、次いで枝、球果とタネ、ヒノキ以外の樹種の葉、樹皮、虫のふん、虫の遺体の順であった。

5) リターフォール量とそれにとまなう養分の還元量は、ヒノキ林に由来するリターだけでみると明らかに地位の良い調査区で多かった。

6) 施肥の影響についてはまだ試験を始めてからの年数が浅いので、現時点でははっきりとはわからなかった。しかし施肥によってヒノキの葉リター中のチッ素の含有率はやや増加しているように思われた。

この問題については今後もこの試験を継続することによって明らかにしていきたい。

ま え が き

ヒノキ人工林で地位の良否と施肥が乾物生産量や物質の循環におよぼす影響を調べるための試

験を行なっている。試験を開始してからの2カ年間のリターフォール量についてはさきに報告¹⁾した。今回は開始以来3カ年間のリターフォール量と、それに含まれてそれぞれの林床へ還元された、チッ素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムの5養分元素の量を測定した結果を報告する。

この調査に終止御協力をいただいている徳山試験地の皆様に感謝します。また養分元素の分析に多大の御協力を賜った演習林分析センターの薬師寺技官に心から感謝します。

1. 調査林分と調査の方法

調査は徳山市鉢窪にある京都大学徳山試験地で行なった。この調査林分についてはさきに報告しているが、その概略は次のようである。西斜面の林齢約50年生のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et zucc.) の人工林において、斜面下部の比較的生長のよい場所に隣接して A, B 区を、斜面上部の生長がやや劣る場所に隣接して C, D 区を設けた。その立地の概要および試験を開始した当時の立木の状況等についてはさきに報告¹⁾しているので、ここでは省略する。この4調査区にそれぞれ1×1mのリタートラップを6個ずつと大枝リターの測定区を設け、1974年10月21日以後毎月1回測定した。

試験開始当初の1年間は4調査区ともに施肥は行なわないで、無施肥での状態の観察期間とした。この期間がすぎた後斜面下部の A, B 区のうち A 区を施肥区、B 区を無施肥区、同様に斜面上部の C, D 区のうち、C 区を施肥区、D 区を無施肥区と定め、1975年11月21日、1976年3月24日、1976年10月15日、1977年3月15日の計4回にわたって施肥した。したがって試験開始後、第1年次は全区にわたって施肥の影響はなく、第2年次に入った1975年12月以降より A 区、C 区において施肥の影響が観測されることになる。この試験の目的は施肥（この場合、チッ素、リン、カリウムの3元素）という人為的な生態系内への養分の持ちこみによって、物質の循環が落葉・落枝量の変化やその分解、林木や地床植生の生長、土壌の変化等を通じてどのように変化していくかをみることにある。このために施肥した元素の生態系内における行動がつかみやすいように、施肥量は経済性や効率等を無視して慣行施肥量よりも相当多量を施すことにした。

与えた肥料は顆粒状の複合肥料 (8・8・5) で、1回にそれぞれ斜面積 1 ha あたり N: 100 kg, P₂O₅: 100 kg, K₂O: 62.5 kg になるようにバラマキ施肥した。なお、施肥は A, C 区の周辺をそれぞれ 5 m 延長して散布したから、施肥面積は A 区で 30×30 m, C 区で 25×25 m である。毎月1回、回収したリターはただちに 70℃ で数時間乾燥し、次いでヒノキの葉、ヒノキの大枝、小枝、樹皮、球果とタネ、ヒノキ以外の樹種の葉、虫のふん、虫の遺体の8組成分に選別し、再び 70℃ で恒量になるまで乾燥後、ただちに秤量してリターフォール量とした。

養分元素の分析は粉碎した材料について、チッ素はケルダール法、他は湿式灰化した後、リンはモリブデンブルー還元法による比色定量、カリは炎光光度計法、カルシウム、マグネシウムは原子吸光分析法で行なった。

この絶乾物あたりの含有率とリターフォール量とから、リターの養分量を求めた。

なお、ヒノキの葉リターについては各区とも毎月1回分析を行なったが、他の組成分は量が少ない場合もあったので3カ月分をとりまとめて分析した。

2. 結果と考察

1) 各調査区のリターフォールについて

Table 1. Amount of each component of litterfall during Oct. 21, 1976~Oct. 20, 1977.
(Dry matter: kg/ha·yr) (%)

Date of Sampling Plot	3rd year (Oct. 21, '76~Oct. 20, '77)			
	A	B	C	D
Components of litter				
Leaves (1)	3,014 (64)	2,957 (65)	2,472 (51)	2,327 (60)
Branches and twigs	957 (20)	1,215 (27)	919 (19)	1,103 (28)
Barks	72 (2)	61 (1)	28(0.6)	24(0.6)
Cones, Seeds	249 (5)	195 (4)	114 (2)	127 (3)
Leaves (2)	410 (9)	90 (2)	1,291 (27)	276 (7)
Insect residus and feces	22(0.5)	18(0.4)	27(0.6)	24(0.6)
Total	4,724(100)	4,536(100)	4,851(100)	3,881(100)

Leaves (1): *Chamaecyparis Obtusa*

Leaves (2): Other tree species

Table 2. Annual amount of litterfall in consecutive 3 years.
(Dry matter: kg/ha·yr)

Date of sampling Plot	1st year (Oct. 21, '74~Oct. 20, '75)				2nd year (Oct. 21, '75~Oct. 20, '76)				3rd year (Oct. 21, '76~Oct. 21, '77)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Components of litter												
Leaves (1)	2,504	3,268	1,903	2,080	3,008	3,019	2,456	2,428	3,014	2,957	2,472	2,327
Leaves (2)	356	105	1,256	725	449	146	1,270	450	410	90	1,291	276
Other	2,086	1,889	1,361	1,027	1,378	1,496	975	1,101	1,300	1,489	1,088	1,278
Total	4,946	5,262	4,520	3,832	4,835	4,661	4,701	3,979	4,724	4,536	4,851	3,881

Leaves (1): *Chamaecyparis Obtusa*

Leaves (2): Other tree species

i) 年間のリターフォール量

当初の2年間の結果についてはさきに報告¹⁾したので、ここではその概略について簡単にのべる。表-1に第3年次の各区のリターの組成別の年間量を示した。また表-2に第1年次から第3年次までのリターフォール量を取りまとめて示した。

これらに示したように、この4調査区の試験開始以来第3年次までの年間のリターの合計量は3.83~5.26 ton/ha·yrで、うちヒノキの葉リターは1.90~3.27 ton/ha·yrであった。我国で従来測定されたヒノキ人工林での値は合計量で2.51~5.81 ton/ha·yr、うちヒノキの葉リターは1.97~4.06 ton/ha·yrと報告^{2,3)}されているので、この調査区のリターフォール量もほぼこの範囲に入っているが、最近報告⁴⁾された18年生のヒノキ人工林での値、合計量1.8 ton/ha·yr、うちヒノキの葉リター1.5 ton/ha·yrに比べれば相当に多い結果を示した。

またこれらの調査区のリターの合計量に占める各組成別の割合は、第3年次においても前報¹⁾とほとんど変らなかった。

ii) リターフォールの季節変化

つぎにリターフォールの季節変化は第3年次においても、第1、2年次^{前報})とほぼ同じ傾向で全体としては11月~1月に集中した。これは主としてヒノキの葉リターに影響されたもので、ヒノキの葉は毎年11月にその大部分が落下することが明瞭に認められた。ただし年次によって多少の相違はあって、第1年次は11月だけに、第2年次では11月から1月にかけて、第3年次では

11月と12月にその大部分が落下した。したがって2月から10月までのヒノキの生育期間中に落下した葉リターの量はきわめて僅かであった。またこのような年次による変動が認められる一方、同じ年次であれば調査区が違ってもその傾向はほとんど変わなかった。このことはヒノキの落葉には何らかの外部環境要因が影響していることを示唆しているように思われる。

なお、落葉・落枝、その他の組成分の落下には台風の影響が著しいことは前報¹⁾において指摘した通りである。

また枝リターの落下は特定の時期に集中するような傾向はみられず、球果とタネの落下は概して秋から冬にかけて多く、生育期間中は少ないようであった。また樹皮の落下には明らかな季節変化は認められなかった。ヒノキ以外の樹種の葉は8月から12月にかけて多いようであった。虫の遺体、虫のふんの落下は冬期には認められず、4月から10月にかけて落下が認められた。しかしその大部分は6月から8月にかけての3カ月間に集中していた。

iii) 地位とリターフォール量

第1, 2年次の結果について地位の違いとリターフォール量との関係は前報¹⁾で考察した。すなわち、ヒノキの葉、その他のヒノキに由来するリターフォールのみについてみると斜面下部のA, B区が斜面上部で生長の劣るC, D区より多かった。表-1, 表-2においても明らかなように、第3年次においてもこの傾向は変わらず、ヒノキのみに由来するリター量を3カ年にわたってみると、A, B区では4.31~5.16 ton/ha・yrであるのに対し、C, D区では3.11~3.61 ton/ha・yrとなって明らかに差が認められる。

前報¹⁾でのべたように、リターフォール量は地位の影響を受けないという報告⁵⁾もあるが、この試験地では地位が良好になればリターの生産量は増加するよう思われた。

iv) 施肥の影響について

前報¹⁾では第2年次までは施肥の影響は明らかでないとのべた。第3年次の結果を加え、この点を検討してみよう。

さきのべたようにA区とC区には1975年11月から計4回の施肥を行なった。したがって第1年次には各区とも施肥の影響はなく、第2年次からA区とC区に施肥の影響を考慮する必要がある。

表-2に示したようにヒノキの葉リターの落下量は第1年次ではA区よりB区に、またC区よりD区に多かった。しかし第2年次になるといずれもほぼ同量となり、第3年次では僅かであるが逆転した。しかしその差は顕著でなく、年次変動の範囲内にあるといってもよく、施肥によってリターフォール量が増えたといってもよいかどうかはこの範囲でははっきりしない。ヒノキの葉の寿命を3年⁶⁾とすると、施肥により葉の生産量が増えたとしても落葉までに時間的なズレがおこる可能性があり、施肥の結果を明らかにするにはもう少し継続的に観測する必要がある。

A, B区>C, D区という差は明らかであった。この差は地位の差を反映していると考えられる。施肥によって生長が促進されるとすればA区とB区、およびC区とD区との間にも差がみられることが予想されるが、この点に関してはこの試験を継続することによってさらに検討していきたい。

2) リターフォールによる養分の還元量

i) リターの各組成別の養分含有率とその季節変化

表-3にこの4調査区のリターの各組成別の養分含有率の3年間の分析結果をとりまとめて示した。この値は各区の年間のリターの乾重と年間の各元素量とから求めた加重平均値である。この表よりほぼどの養分元素ももっとも高い含有率を示すのは虫の遺体であって、次いで虫のふ

Table 3. Weighted average annual concentration of nutrient elements in each component of litter. (% on dry matter)

Nutrient elements	Components of litter		Leaves (1)			Branches and twigs			Barks			Cones, Seeds			Leaves (2)			Insect residues			Insect feces		
	Plot	Index by year	1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year	1st year	2nd year	3rd year
N	A		0.69	0.79	0.84	0.44	0.63	0.59	0.66	0.70	0.69	0.44	0.38	0.90	0.94	0.86	1.02	9.29	8.85	9.92	1.52	1.88	0.98
	B		0.71	0.81	0.73	0.54	0.55	0.54	0.68	0.70	0.68	0.50	0.38	0.83	1.65	1.80	1.73	9.50	8.20	9.90	1.60	1.75	1.07
	C		0.69	0.82	0.97	0.44	0.57	0.56	0.62	0.68	0.70	0.33	0.49	0.99	0.86	0.67	1.05	9.86	8.63	10.40	1.64	1.82	1.04
	D		0.76	0.81	0.79	0.50	0.51	0.48	0.63	0.55	0.63	0.30	0.49	1.03	0.97	1.01	1.21	9.86	8.89	9.77	1.87	1.81	0.96
P	A		0.09	0.08	0.11	0.04	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.06	0.09	0.13	0.09	0.09	0.10	0.86	0.80	0.81	0.20	0.12	0.08
	B		0.08	0.09	0.10	0.04	0.08	0.07	0.08	0.10	0.06	0.06	0.08	0.12	0.13	0.15	0.14	1.00	0.79	0.81	0.11	0.13	0.10
	C		0.08	0.09	0.11	0.04	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.03	0.09	0.14	0.09	0.09	0.11	0.87	0.84	0.90	0.10	0.12	0.09
	D		0.09	0.09	0.10	0.04	0.09	0.07	0.07	0.10	0.07	0.04	0.09	0.14	0.10	0.10	0.11	0.87	0.83	0.83	0.14	0.13	0.10
K	A		0.28	0.23	0.26	0.07	0.10	0.08	0.06	0.08	0.06	0.35	0.10	0.16	0.26	0.20	0.23	0.71	0.55	0.80	0.15	0.15	0.18
	B		0.31	0.24	0.20	0.08	0.09	0.08	0.06	0.08	0.05	0.40	0.11	0.17	0.25	0.22	0.21	0.75	0.37	0.82	0.17	0.19	0.17
	C		0.33	0.27	0.22	0.08	0.13	0.10	0.06	0.08	0.06	0.52	0.18	0.37	0.28	0.28	0.30	0.74	0.53	0.85	0.16	0.16	0.17
	D		0.31	0.26	0.21	0.09	0.07	0.08	0.06	0.09	0.06	0.39	0.16	0.31	0.27	0.28	0.24	0.74	0.56	0.83	0.24	0.17	0.18
Ca	A		0.90	0.82	0.76	0.38	0.76	0.62	0.15	0.19	0.13	0.24	0.27	0.24	0.40	0.43	0.44	0.21	0.50	0.30	0.73	0.77	0.48
	B		0.87	0.78	0.88	0.48	0.65	0.49	0.15	0.21	0.09	0.22	0.25	0.24	0.28	0.38	0.30	0.23	0.66	0.31	0.67	0.76	0.50
	C		0.82	0.81	0.81	0.44	0.77	0.54	0.18	0.22	0.12	0.24	0.26	0.26	0.43	0.57	0.49	0.26	0.63	0.25	0.59	0.77	0.52
	D		0.78	0.80	0.77	0.51	0.54	0.45	0.16	0.21	0.12	0.22	0.26	0.25	0.51	0.57	0.35	0.26	0.56	0.31	0.60	0.75	0.46
Mg	A		0.15	0.14	0.14	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.10	0.08	0.08	0.14	0.10	0.13	0.13	0.12	0.10
	B		0.14	0.12	0.12	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	0.13	0.10	0.13	0.10
	C		0.14	0.14	0.13	0.04	0.06	0.05	0.06	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.09	0.16	0.11	0.15	0.11	0.12	0.10
	D		0.13	0.14	0.13	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.06	0.06	0.07	0.11	0.12	0.11	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13	0.10

Leaves (1) : *Chamaecyparis obtusa*

Leaves (2) : Other tree species

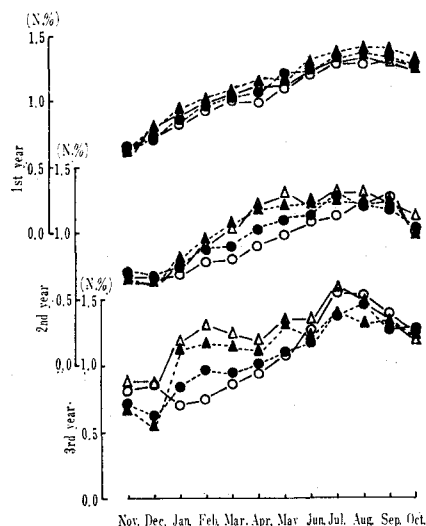


Fig. 1. Seasonal variation of nitrogen concentration in leaf litter of *Chamaecyparis obtusa*.

ん、ヒノキ以外の樹種の葉とつづき、ヒノキリターでは葉、球果とタネ、樹皮、枝の順で含有率が低くなるが多かった。ただしカリウムについてはヒノキの球果とタネに比較的含有率が高く、また虫のふんはチッ素、リンの含有率が高いが、カリウム、マグネシウムは相対的に低い傾向があった。

またこの5養分元素ではほぼどの組成分でもチッ素の含有率がもっとも高く、次いでカルシウム、カリウム、マグネシウム、リンの順で低くなっているが多かった。

養分元素の含有率は季節的に変化する。図-1にヒノキの葉リターのチッ素含有率の季節変化を示した。これよりチッ素は明らかに季節によって一定の傾向を示すことが認められる。すなわち、4調査区ともに2、3月頃より徐々に増加していき、生育最盛期である7、8、9月頃に最高(1.2~1.6%)の含有率に達する。その後、このリターの大部分が落下する11、12月に含有率は急減し、最低(0.6~0.8%)を示すことが認められた。また図-2より、リンについてはチッ素ほど明らかではないが冬期間に低く(0.07~0.11%)、夏期に高い(0.10~0.14%)傾向がみられた。カリウムはリンより不明瞭であるが同じような傾向を示した。なお、台風時に落下した葉リターのカリウムの含有率は異常に高く、これは生葉が無理に落されたことによると思われる。

図-3からカルシウムも動きが少なく、はっきりした傾向は認め難いが、さきの3元素とは逆の動きをしているように見え、4、5月に低く(0.40~0.74%)、その後徐々に増加して、11、12月の落葉期に高く(0.76~0.94%)になっているように思われた。マグネシウムもカルシウムと

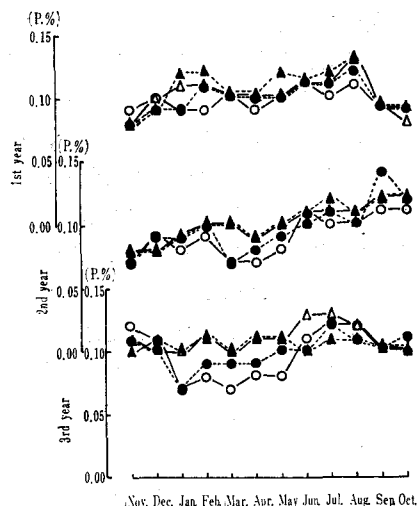


Fig. 2. Seasonal variation of phosphorous concentration in leaf litter of *Chamaecyparis obtusa*.

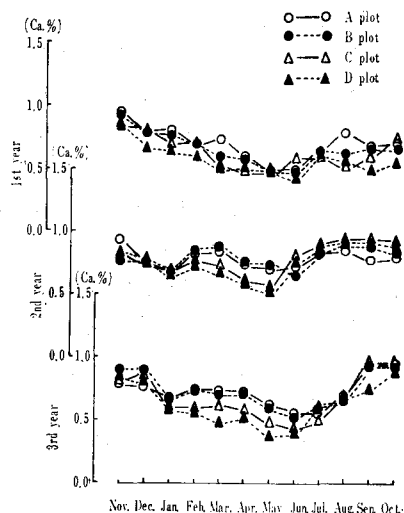


Fig. 3. Seasonal variation of calcium concentration in leaf litter of *Chamaecyparis obtusa*.

類似の変化を示した。

以上の傾向はおおよそ日野のヒノキ林で測定された結果⁷⁾と一致していた。

ヒノキの葉リター以外の組成分は前述したように3カ月分をとりまとめて分析しているので季節変化をみるのに十分でない。たとえば枝リターについてみると四季を通じてチッ素、リンの含有率はあまり大きな変動を示さなかったのに対し、カリウム、カルシウム、マグネシウムは時によってかなり大きな変動を示すことがあった。これは季節的な影響というよりも枯枝の腐朽の程度によって影響されているようで、新しい枯枝ではカリウム、カルシウム、マグネシウムの含有率が高いように思われた。

ii) リターの養分含有率におよぼす地位と施肥の影響について

表一3より地位の比較的良好なA, B区と、やや劣るC, D区を対比させて、養分含有率の多少をみると、ヒノキの葉リターでもその他の組成分にも明らかな差があるように思えなかった。芦生の落葉広葉樹林では斜面下部の地位の良好な所では上部に比べて明らかにリター中の養分含有率は高⁹⁾かった。また比叡山のヒノキ林ではリター中のチッ素、リンの含有率は地位の低下とともに減少^{未発表)}していた。

しかしこの試験地の場合は地位の良否と養分含有率の多少には明らかな関連が認め難く、地位差はリターフォール量のみに明かであった。

つぎにA区とB区, C区とD区を対比させて施肥の影響を検討してみた。なお、さきにのべたように第1年次が終った1975年11月にA区とC区に第1回目の施肥を行なっている。表一3に示したようにヒノキの葉リターについてみると、チッ素の含有率において第3年次にA, C区がB, D区よりも高くなっている。しかしその他の元素では施肥の影響と思われるような点はほとんどなかった。

高野山国有林のヒノキ幼齢林¹⁰⁾では施肥によって生葉中のチッ素、リン、カリウムの濃度は増大し、カルシウムはむしろ減少を示し、マグネシウムは一定の傾向を示さなかったといわれる。また大谷山のヒノキ壮齢林¹¹⁾では施肥によって樹幹上部の生葉中のチッ素の濃度は増大したが、他の養分元素では差がなかったといわれる。

ヒノキの葉の寿命は3年⁶⁾といわれるので、施肥後に発生した生葉がリターとなって落葉するまでにはある程度の時間の経過が必要である。現時点でチッ素以外の元素で施肥の影響は明かでないことはこのことが関係しているものと思われ、もう少し時間をかけて測定を継続する必要がある。

なお、ヒノキの葉以外の組成分にも現時点では施肥の影響と思われるような徴候はみられなかった。

iii) リターフォールによる養分の還元量

リター中に含まれてこの4調査区の林床へ年間に還元された養分量を表一4に示した。

この表より試験開始から第3年次までの養分の還元量はチッ素は27.3~44.5 kg/ha・yr, リンは3.0~5.0 kg/ha・yr, カリウムは7.0~15.1 kg/ha・yr, カルシウムは23.7~35.0 kg/ha・yr, マグネシウムは3.9~5.6 kg/ha・yrであった。

この量を従来測定された日野や栗太のヒノキ林^{7,8)}と比較すると、リンを除いた4元素ではほぼ同量か、この試験地の方がやや多い量を示したが、大差はなかった。しかしリンの年間還元量は約2倍程多かった。

また各養分の年間還元量としてはチッ素がもっとも多く、次いでカルシウム、カリウム、マグネシウム、リンの順で少なくなっていた。この順序は我国のいろいろなタイプの森林で調べられ

Table 4-1. Annual amount of nutrient elements of litterfall (A and B plot). (g/ha·yr)

Plot	Date of sampling Components of litter	1st year (Oct. 21, '74~Oct. 20, '75)					2nd year (Oct. 21, '75~Oct. 20, '76)					3rd year (Oct. 21, '76~Oct. 20, '77)				
		Nutrients														
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
A (Fertilized)	Leaves (1)	17,295	2,281	6,953	22,446	3,678	23,682	2,528	6,951	24,552	4,152	25,346	3,343	7,736	22,935	4,361
	Branches and twigs	5,090	458	785	4,428	512	4,815	682	770	5,779	420	5,669	795	812	5,886	437
	Barks	729	84	64	165	59	267	35	32	74	16	500	54	45	96	28
	Cones, Seeds	3,549	451	2,847	1,924	575	2,139	531	582	1,536	336	2,253	323	391	603	151
	Leaves (2)	3,341	329	940	1,409	347	3,878	410	895	1,912	355	4,167	414	955	1,807	327
	Insect residues and feces	312	36	28	91	18	491	41	33	76	13	1,014	83	94	89	25
	Total	30,316	3,639	11,617	30,463	5,199	35,272	4,227	9,263	33,929	5,292	38,949	5,012	10,033	31,416	5,329
B (Non fertilized)	Leaves (1)	23,057	2,708	10,000	28,497	4,452	24,331	2,718	7,168	23,541	3,599	21,491	3,098	5,883	25,901	3,542
	Branches and twigs	4,096	306	640	3,626	346	4,841	707	793	5,691	409	6,529	904	981	5,980	431
	Barks	412	48	37	92	34	348	50	40	105	25	412	38	30	53	27
	Cones, Seeds	5,327	611	4,206	2,392	680	2,092	457	629	1,380	257	1,621	227	337	461	97
	Leaves (2)	1,734	137	260	296	102	2,628	213	320	562	139	1,556	127	192	270	86
	Insect residues and feces	198	15	20	68	11	322	25	28	105	18	874	72	81	77	21
	Total	34,824	3,825	15,163	34,971	5,625	34,562	4,170	8,978	31,384	4,447	32,483	4,466	7,504	32,742	4,204

Leaves (1) : *Chamaecyparis Obtusa*

Leaves (2): Other tree species

Table 4-2. Annual amount of nutrient elements of litterfall (C and D plot) (g/ha·yr)

Plot	Date of sampling Components of litter	1st year (Oct. 21, '74~Oct. 20, '75)					2nd year (Oct. 21, '75~Oct. 20, '76)					3rd year (Oct. 21, '76~Oct. 20, '77)				
		Nutrients														
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
C (Fertilized)	Leaves (1)	13,154	1,591	6,205	15,581	2,597	20,099	2,237	6,679	19,976	3,380	23,982	2,669	5,322	19,918	3,255
	Branches and twigs	2,154	177	389	2,156	194	3,724	555	848	5,040	422	5,170	704	946	4,926	454
	Barks	386	52	38	110	36	204	29	24	65	12	197	21	18	34	11
	Cones, Seeds	2,590	265	4,097	1,919	482	1,343	237	496	724	163	1,127	162	427	292	72
	Leaves (2)	10,826	1,146	3,565	5,462	1,074	8,516	1,183	3,509	7,238	1,140	13,548	1,397	3,863	6,378	1,144
	Insect residues and feces	234	14	23	79	15	259	20	21	81	13	467	40	60	136	29
	Total	29,344	3,245	14,317	25,307	4,398	34,145	4,261	11,577	33,124	5,130	44,491	4,993	10,636	31,684	4,965
D (Non fertilized)	Leaves (1)	15,758	1,847	6,440	16,188	2,759	19,597	2,244	6,369	19,431	3,309	18,326	2,415	5,001	17,886	3,135
	Branches and twigs	2,709	218	492	2,744	254	3,703	640	535	3,904	282	5,323	758	889	4,996	378
	Barks	303	34	31	76	25	303	53	52	117	22	150	16	15	28	8
	Cones, Seeds	1,299	151	1,651	940	259	1,538	280	514	831	189	1,312	181	394	320	87
	Leaves (2)	7,058	748	1,977	3,681	815	4,542	462	1,246	2,558	532	3,326	290	669	979	301
	Insect residues and feces	174	13	22	55	12	203	16	17	62	11	654	59	75	104	25
	Total	27,301	3,011	10,613	23,684	4,124	29,886	3,695	8,733	26,903	4,345	29,091	3,719	7,043	24,313	3,934

Leaves (1) : *Chamaecyparis Obtusa*

Leaves (2) : Other tree species

た結果¹²⁾ とほぼ一致しており、またその量的な割合も比較的良好に似ていた。

また還元された養分をリターの各組成別にみると、どの養分元素もヒノキの葉による還元がもっとも多く、次いで枝、球果とタネ、ヒノキ以外の樹種の葉、樹皮、虫のふん、虫の遺体の順であって、さきにのべたリターフォールの各組成別の乾物量の違いが大きく影響していた。ただし各組成成分によって平均の含有率に違いがあるので全還元量に対する各組成別の割合は乾物量でみられた割合とは多少異なる。例えばヒノキの葉リターの乾物量はこの4調査区の3年間を通じて全リターフォール中の42～65%であったが、この組成成分によるチッ素の還元量は全還元量の45～68%、リンは49～71%、カリウムは43～80%、カルシウムは62～81%、マグネシウムは59～84%であった。これはヒノキの葉リターに含まれる各養分の含有率が他の組成成分よりも高かったからである。虫のふん、虫の遺体は各養分の含有率は非常に高いが乾物量が少ないので、還元量としては僅かであった。これらの点よりヒノキ林では物質循環上よりみればやはり葉リターの役割がもっとも重要である。

つぎに養分の還元にみられる季節変化はリターフォール量でみられた季節変化と全く同じ傾向を示し、ヒノキの葉リターの大部分が落下する11、12月にどの養分もその大部分が還元された。ただしこの落葉期のヒノキの葉リター中のチッ素、リン、カリウムの含有率はさきにのべたように比較的低い時期にあたるので、この3元素の還元のピークはリターフォールでみられたピークよりは低くなっていた。これに対してカルシウム、マグネシウムはこの時期に含有率が急減することがなかったので、還元量としてはこの2カ月間に集中したことになる。

iv) 地位が養分の還元量におよぼす影響について

地位の相違が各養分の年間還元量の多少におよぼす影響を検討するために、地位の比較的良好なA、B区とやや劣るC、D区を対比させてみよう。この3カ年間のヒノキに由来するリター量だけを比べると明らかにA、B区はC、D区より多い量を示したことはさきにのべた。同様に各養分の還元量についてもヒノキ以外の樹種の葉リターに含まれるものを除外して比較すると、表一4に示されているように各元素とも明らかにA、B区はC、D区より還元量が多かった。このことから地位の良否はやはり養分の還元量の多少に影響をおよぼしているものと思われる。ただしこの試験地ではこの原因がリターの養分含有率よりも乾物量の増加に負っていることは明らかである。

v) 施肥が養分の還元量の多少におよぼす影響について

つぎに施肥が各養分の還元量の多少におよぼす影響を検討するためにA区とB区、ならびにC区とD区を比較してみよう。さきにのべたようにこの試験では第1年次では施肥の影響はなく、第2年次より施肥の影響を考慮する必要がある。

表一4に示したヒノキの葉リターによる各養分の還元量をみると、各元素とも第1年次ではA区よりB区に多く、またC区よりD区が多かった。しかし第2年次になるとほぼ同量程度を示し、さらに第3年次になると僅かではあるが逆転して施肥した区で多くなった。しかし各養分の含有率の変化は明らかでなく、現時点ではチッ素の含有率の増加以外は施肥の効果によるものとはただちに断定できないように思われた。それ故、還元量の変化は乾物量の変化によるものと思われるが、これが施肥の効果であるかどうかについてはもう少し継続測定を要することはすでにのべたとおりである。

引用文献

- 1) 上田晋之助・堤 利夫：ヒノキ人工林とタブ天然生林のリターフォールについて，京大演報，**49**，30～40，(1977)
- 2) 齊藤秀樹：ヒノキ人工林生態系の物質生産機構，ヒノキ林（地球出版），49～131，(1974)
- 3) 岩坪五郎：森林生態系での植物養分物質の循環，山岳・森林・生態学，（加藤，他，編，中央公論社），313～360，(1976)
- 4) HAGIHARA, A., Suzuki, M., Hozumi, K., : Seasonal Fluctuations of Litter fall in a *Chamaecyparis obtusa* Plantation, J. Jap. For. Soc. **60**, 397～404, (1978)
- 5) 蒲谷 肇，他：63年生ヒノキ人工林の物質生産とリター量，ヒノキ林育成上の諸問題に関する生理・生態学的研究，中間報告，1～13，(1973)
- 6) 四手井綱英：ヒノキ林の生態学，ヒノキ林（地球出版），1～48，(1974)
- 7) 河原輝彦・堤 利夫：Litter fall による養分還元量について（Ⅰ）養分含有率の季節変化，京大演報，**42**，96～102，(1971)
- 8) 河原輝彦：Litter fall による養分還元量について（Ⅰ）有機物量および養分還元量，日林誌，**53**，231～238，(1971)
- 9) 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（Ⅰ）Litter fall 量とその養分量，日林誌，**55**，83～90，(1973)
- 10) 河田 弘・衣笠忠司：高野山国有林におけるスギ，ヒノキ幼齡林施肥試験〔関西地方における林地施肥試験（第1報）〕，林試研報，**191**，115～136，(1966)
- 11) 生原喜久雄・川名 明・相場芳憲：壮令林の肥培に関する研究（Ⅱ）ヒノキ林分の材積，養分量及び造材歩止りに及ぼす施肥効果，東京農工大演報，**11**，39～56，(1974)
- 12) 堤 利夫：陸上植物群落の物質生産，Ib，一森林の物質循環—（北沢右三，他，編，生態学講座5—6，共立出版），1～60，(1973)

Résumé

The amounts of litterfall and their contents of nutrient elements have been measured in about fifty years old *Chamaecyparis obtusa* stands at Tokuyama Experimental Forest Station of Kyoto University, located in Tokuyama city, Yamaguchi Pref.

Four plots were set up in the studied stand at the end of Oct. 1974. Two of them were settled at the lower area of slope (A and B; good site) and the other two were at the upper area (C and D; poor site).

After one year measurement of litterfall without fertilizer, the fertilizations to A and C plots were executed for four times on Nov. 1975, Mar. 1976, Oct. 1976 and Mar. 1977.

Litterfall was assorted to leaves, branches, barks, cones and seeds, leaves of the other trees, insects, feces and the others. And the concentration of N, P, K, Ca and Mg were analyzed for every components.

The results obtained throughout three years measurements are follows.

- 1) The annual amount of total litterfall for three years ranged from 3.83 to 5.26 ton/ha·yr, and that of leaf litter of *Chamaecyparis obtusa* ranged from 1.90 to 3.27ton/ha·yr. This accounts for about a half or more of total litters (Table 1 and 2).
- 2) The annual amounts of nutrient elements, contained in total litter were 27.3～44.5 kg/ha·yr for N, 3.0～5.0 kg/ha·yr for P, 7.0～15.1 kg/ha·yr for K, 23.7～35.0 kg/ha·yr for Ca and 3.9～5.6 kg/ha·yr for Mg respectively (Table 4).
- 3) The distinct peak of leaf litterfall was on late autumn, from Nov. to Jan. Consequently, the amount of each nutrient element was remarkably high into this season. The seasonal variation of each element concentration of litter was not so distinct except of N. The concentration of N was gradually increased from winter to summer and

clearly decreased in autumn, when the leaf litterfall being peak (Fig. 1, 2 and 3).

4) The leaf litter of *Chamaecyparis obtusa* was the major parts of litter in the amount of dry matter and of nutrient element contents (Table 4).

5) The annual amounts of litterfall and the amounts of nutrients contained in litterfall were consistently higher in A and B plots than C and D plots throughout three years. However, there was no definite difference in the concentration of nutrient element between good site and poor site (Table 1, 2, 3 and 4).

6) The effect of fertilization on the amount of litterfall and the concentration of nutrient could not be detected. The concentration of N in the leaf litter of *Chamaecyparis obtusa*, however, seemed to be slightly increased in the 3rd year (Table 1, 2, 3 and 4). The effect will be clarified with the continuation of this experiment hereafter.