

三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(Ⅲ)

A₀ 層の平均分解率とリターバッグによる落葉分解試験

石井 弘^{*}・片桐成夫^{*}・三宅 登^{*}・周藤成次^{**}

Hiroshi ISHII, Shigeo KATAGIRI, Noboru MIYAKE and Seiji SUDO
Studies on Mineral Cycling in a Deciduous Broad-leaved Forest
at Sambe Forest of Shimane University (III)
Decomposition Rate of A₀ Horizon and Some Experiments of
Leaf Decomposition by Litter-bag Method

まえがき

森林生態系で、林地に供給される動植物遺体(リター)が分解され無機物が放出されていく過程、いわゆる有機物の分解過程を理解するうえで有用かつ必要な情報を提供する研究はこれまでから豊富にみられるが、現実の一つの林分における様々な有機物の全分解過程を総合的に解明しようと試みられた研究は皆無といえるであろう。従来一般に行なわれているリターの分解に関する研究は林地のあらゆる種類のリターを対象としたものではなく、研究の便宜上から特定の樹種の葉・枝などについて分解速度、有機あるいは無機成分の変化、さらには分解に伴う菌類のサクセッションを調べるなど分解現象のある部分に重点を置いた研究がそれぞれ個別に行なわれているのが実情である。厳密にいうならばこうした研究方法によると、この森林あるいはあの森林といったように場を限定しないで抽象的にリターの分解現象を理解していくことはできるとしても、実際の林地の分解機構がこれだけで十分理解されるとは必ずしもいえないように思われる。林地のあらゆる有機物についてその全分解過程を明らかにすることは技術的にも容易なことではなく、それゆえにこれまでの研究がこうしたある部分に限った段階に止むをえずとどまっているとみるのが正しいのであろうが、それにしてもこのような研究の現状が無意識のうちに分析的手法で分解過程の一部分を解明することが分解研究のあり方であるかのような観を与えてい

ることは否定できないであろう。分解という現象を知ることだけが目的であればこうした分析的方向でもよいかもしれないが、森林生態系の理解を目的として現実の林地における分解機構を考える場合にはより総合的な方向に把握していくことが今後必要と思われる。こうした現状から一步前進させるためにはとりあえず林地全体の分解過程の素描を試みるといったところから見直してみることも必要ではなからうか。

このような考えから、本研究では測定可能な限り一つの斜面地形における分解現象のあらゆる面をとらえることを目的として着手した。ここではまず A₀ 層量、リターフォール量から平均分解率を求め、斜面部位およびリターの種類による分解速度の違いを概観し、さらにそれを裏づけるために行なったリターバッグ法による A₀ 層における落葉分解試験について報告する。

調査地の概況

永久試験地の植生、地況、林況については第 I 報¹⁾、1975年度のリターフォール量(風乾量)については第 II 報²⁾にすでに報告した。

本文中のプロット番号は斜面下部を P・1、斜面を上るにつれて順次 P・2、P・3、P・4 となり、尾根部 P・5 となっている。

A₀ 層量、リターフォール量、平均分解率

本試験地において林地へ供給される動植物遺体のうち

※ 育林学研究室
※※ 島根県林政課

* 必ずしも落葉・落枝ではなく、試料として必要量を得やすいことから生きていた葉・枝が使われていることも多い。

大部分を占めると考えられるリターフォールの量および種類については前報に述べたが、これらの遺体は当然その種類によって分解速度に遅速がある。これを知る方法としてはいろいろ考えられるが、その一つとして有機物層 (A₀ 層) に残存して堆積している遺体組成とリターフォールの組成とを比較することによって A₀ 層におけるこれら有機物の分解の概況を大まかに知る方法がある。そこで1975年に測定した試験地の A₀ 層量とリターフォール量から A₀ 層におけるリターの平均分解率を求めてみた。

a. A₀ 層量

1975年4月、6月、8月、10月、12月の5回、各プロットで 0.5×0.5m の枠を4点設け、それぞれの A₀ 層量を測定した。そのうち1ヶ所から 0.25×0.25m 内のサンプルを持ち帰り、遺体の種類わけを行なってそれ

ぞれ秤量した。表-1の値は各プロット毎に5回の測定値の平均を示したものである(絶乾重)。A₀ 層量は落葉最盛期直後(初冬)に最大となり翌年初秋に最小になるという季節的変動を示すからこの値は年間の平均的な堆積量とみるべきであろう。なお A₀ 層は質、量ともに局所的な変異が大きく、この程度の測定数ではその結果の精度はあまり良いとはいえない(したがってこの数値および後述の分解率の値であまり厳密な判断を下すことはいまのところできない。今後より精度の高い A₀ 層量の測定が必要である)。それでも斜面下部に A₀ 層の堆積が少なく、上部で多いという斜面地形での一般的な傾向は明瞭にみられ、尾根部の A₀ 量は斜面下部の約2倍であった(I報、図-7参照)。組成別にみると葉(広葉+針葉)の占める割合は30~40%に対し、枝19~38%、樹皮0.7~5.8%と木質部の占める割合がリターフォール

表-1 組成別 A₀ 層量*

種類 プロット	広葉	アカマツ 針葉	枝	皮	花実	ササ	鱗片 根・虫	その他	計
P-1	290.1 (37.9)	0.1 (0.0)	170.1 (22.2)	5.1 (0.7)	4.1 (0.5)	137.3 (18.0)	1.8 (0.2)	156.0 (20.4)	764.7
P-2	257.5 (29.3)	0.2 (0.0)	337.3 (38.3)	21.7 (2.5)	12.6 (1.4)	63.4 (7.2)	1.7 (0.2)	185.5 (21.1)	880.0
P-3	261.7 (29.9)	1.0 (0.1)	266.0 (30.4)	18.2 (2.1)	27.2 (3.1)	78.6 (9.0)	4.5 (0.5)	216.7 (24.8)	874.1
P-4	290.6 (20.9)	189.8 (13.7)	351.4 (25.3)	77.6 (5.6)	42.7 (3.1)	5.6 (0.4)	1.9 (0.1)	428.6 (30.9)	1388.4
P-5	359.9 (27.1)	201.9 (15.2)	246.4 (18.6)	76.5 (5.8)	41.4 (3.1)	36.6 (2.8)	1.1 (0.1)	364.6 (27.4)	1328.3

* 1975年4, 6, 8, 10, 12月の平均値, g/m² (絶乾), () 内は%

表-2 組成別リターフォール量*

種類 プロット	広葉	アカマツ 針葉	枝	皮	花実	鱗片	虫糞	芽	その他	計
P-1	357.0 (79.9)	0.1 (0.0)	54.3 (12.2)	10.1 (2.3)	13.6 (3.0)	3.2 (0.7)	4.9 (1.1)	1.2 (0.3)	2.4 (0.5)	446.8
P-2	308.7 (58.1)	0.3 (0.1)	184.1 (34.6)	5.3 (1.0)	14.8 (2.8)	5.4 (1.0)	8.9 (1.7)	0.9 (0.2)	3.2 (0.6)	531.6
P-3	418.3 (71.4)	2.8 (0.5)	130.7 (22.3)	4.0 (0.7)	8.0 (1.4)	10.4 (1.8)	6.3 (1.1)	2.1 (0.4)	3.1 (0.5)	585.7
P-4	278.5 (49.3)	92.0 (16.3)	98.3 (17.4)	13.9 (2.5)	66.5 (11.8)	7.9 (1.4)	3.6 (0.6)	2.4 (0.4)	2.1 (0.4)	565.2
P-5	176.1 (31.8)	210.2 (37.9)	102.5 (18.5)	30.2 (5.4)	23.7 (4.3)	5.1 (0.9)	3.6 (0.6)	1.3 (0.2)	1.9 (0.3)	554.6

* 1975年4月11日~1976年3月11日, g/m² (絶乾), () 内は%

* 8月の測定値は第I報表-4に発表済。

表-3 A₀ 層の平均分解率*

種類 プロット	種類					
	広葉	アカマツ 針葉	枝	皮	花・実	A ₀ 全体
P-1	123	100	32	198	332	58.4
P-2	120	150	55	24	118	60.4
P-3	160	280	49	22	44	67.0
P-4	96	49	28	18	156	40.7
P-5	49	104	42	40	57	41.8

* 平均分解率=リターフォール/A₀, %

の場合と比べてやや高くなっている。本試験地では下層植生のチュウゴクザサが1974年に一斉に開花結実し枯死したので、その遺体量が今回の測定時にはかなりの割合を占めていた。「その他」の項には分類困難な細片部分が含まれ、質的にみてF層に相当する部分といえるが、まだ形のしっかりしたアカマツ針葉の碎片が分別困難なためにかなりこの項に混入している。

b. リターフォール量

Ⅱ報に風乾重で示した1975年4月11日から1976年3月11日まで11ヶ月間のリターフォール量を絶乾重量に換算したのが表-2である。

c. 平均分解率

上述の A₀ 層量とリターフォール量からいわゆる A₀ 層での平均分解率(リターフォール量/A₀ 層量, %)を求めたのが表-3である。上述のように使用した数値の精度はあまり良くないが、それでも遺体の種類および斜面部位による分解速度の遅速についていくつかの明らかな傾向を示している。

広葉樹の落葉は斜面上、中部で平均分解率100%以上を示し、ほぼ1年以内で落葉の原形をとどめない程度に粉碎あるいは分解されてしまうことを示しているが、斜面上部では100%以下で1年以上葉の原形を保ったものが堆積していることを示す。アカマツ針葉の平均分解率が全般に高い値を示しているが、すでに述べたように A₀ 層の組成分類に際し、短く断片化した針葉を1本1本回収することが困難でかなりの量が「その他」の項に含められたためであって決して分解が早いことを示すものとは考えられない。枝、樹皮の平均分解率は予想通り低く、量的には落葉より少なくとも林床に長く残存する有機物として、林地における分解機構を考える場合にはその影響の大きさは決して無視できないことがよくわかる。枝と樹皮の分解の速さを比較するとこの結果では樹皮の分解がより遅い傾向があり、片桐らの分解試験による結果と一致する。「花・実」として分類したものにはコナラの殻斗、堅果、クリのイガ、ヤマボウシの集合

果、アカマツの球果や雄花など分解あるいは動物による摂食の難易に差のあるかなり異質なものを含むので分解率の値は一定の傾向を示していない。コナラの堅果は本試験地に生息するアカネズミによって速かに摂食されてしまう(1976年春に分解試験用に供したコナラの堅果は設置後翌朝までにほとんど食いつくされてしまった。もっともこれは前述のようにササの結実により異常発生した年であり、平常よりアカネズミの生息密度は高い)。

リター全体の平均分解率は40~67%を示し、斜面下部でやや高く、斜面上部で低い傾向を示している。これらの値は四手井⁴⁾の求めた暖かさの指数100~120の地域の森林の値とほぼ一致し(本試験地最寄の気象観測所のデータによる暖かさの指数は103.4)⁵⁾、このように大まかにみた A₀ 層におけるリター全体の分解速度は基本的には気温によって最も強く左右されることをよく示しているといえよう。

落葉分解試験

上述したように本試験地におけるリターの分解は斜面上の位置によって様相を異にし、さらにリターの種類によって分解速度が異なることは明らかである。したがってこうした自然状態における有機物の分解機構を論ずるにはその研究対象と範囲を明確にしないことには、一体分解現象のうち何を論じているのかあいまいになってしまう恐れがある。このような見方からすると、これまでの森林関係の分解に関する研究は主として特定樹種の落葉の分解に関するもので、それだけでは林地のリターの分解機構が明らかにされるとはいえない。しかしこのように複雑な対象と機構を同時に解明することは不可能であるから、以下各種の分解試験結果の検討を林地におけるリター分解機構との関連性を吟味しながら進めていきたい。

a. 樹種別の落葉分解速度

本試験地の落葉広葉樹林は相当数の樹種から構成されており、胸高周囲15cm以上(胸高直径で約4.8cm

以上)の木本植物だけに限ってもP・1:31種, P・2:33種, P・3:39種, P・4:40種, P・5:33種が記録されている。各種のリターのうち量的に最も多い落葉だけを対象にしても, こうした樹種差による分解過程の違いを考えなければならぬ。古くから樹種によって分解速度に差のあることはよく知られている。したがってこの林地で実際にわれわれの目にふれる落葉の分解状態は林分構成樹種落葉の各分解速度の総和として現われてくるものである。

今回は分解試験に必要な量だけ試料を得られた広葉樹種について, 分解速度にどの程度の差があるかを調べた。

供試樹種はコナラ, クリ, シデ(イヌシデとアカシデの混合), ヤマボウシ, ミズキ(ミズキとクマノミズキの混合), ヤマザクラ, ハクウンボクの7種。

これらの試料は1975年9月から12月の間, 林内に寒冷紗製のリタートラップを設けて自然に落葉するものを定期的に回収した。風乾重で5gずつを30×30cmの寒冷紗製リターバッグ(1.2mmメッシュ)に入れた。ヤマボウシ, ミズキ, ヤマザクラ, ハクウンボクは各2個, コナラ, クリ, シデは各10個を使用した。設置場所は斜面下部のP・1内で, 1976年4月13日にA₀層を取

除き, 鉬質土の表面にバッグを並べ, その上にA₀層をもどした。229日後の同年11月27日に回収し, 分解消失量を求めた。7種の分解消失率は表-4のとおりで, 樹種間の分解速度の差は明瞭であった。この7種のうちではヤマボウシの分解が最も速く, コナラが最も劣る。その間には2倍以上の差がある。残渣の形態からみてもヤマボウシはほとんど葉の原形をとどめないのに, コナラの葉はほとんど原形を保っていた。これだけの分解速度の差が樹種間にあるから斜面上の位置によってリターの分解速度に差が生じることは斜面における水湿状態などの環境因子の違いの直接の影響によるだけでなく, そうした水湿状態をはじめとした因子の差から生ずる林分構成樹種の違いによる分解の遅速も大きく影響していることは間違いない。人工造林地の一斉単純林でないかぎり, 天然の森林では何種もの樹種が混交するから, 従来分解速度に大きく影響する因子として強調されている斜面の水分条件のほかに樹種の影響も斜面上のリターの分解状態の違いに大きく影響しているとみるべきであろう。本試験地でも斜面上部ではコナラ, アカマツなど落葉分解の違い種が主となるのに比し, 斜面中下部ではミズキ, ヤマボウシ, シデ, クリなどの占める割合が大き^{1) 7)}い。堤はこうした環境と樹種の組合せによって斜面上での分解速度の違いが拡大されることを指摘している。

b. 斜面部位と落葉分解速度

上述のように実際の林地での落葉の分解速度が斜面部位によって異なるのは構成樹種の違いによるものも含まれるが, 斜面地形によってもたらされる環境因子(主として水湿状態)の差も当然考えられる。この一般的傾向はA₀層堆積量の違いから主として推測されているもの

表-4 7樹種落葉の分解消失率

樹種	分解率(%)	樹種	分解率(%)
ヤマボウシ	85.1	ヤマザクラ	47.1
ミズキ	59.6	ハクウンボク	43.4
シデ	50.9	コナラ	38.2
クリ	49.4		

表-5 コナラ, シデ, クリ落葉の斜面部位別分解消失率(%)

樹種	プロット				
	P・1	P・2	P・3	P・4	P・5
コナラ	38.2 (25.5~47.4)	42.9 (28.6~52.6)	43.3 (30.2~57.3)	44.3 (25.0~59.9)	46.1 (31.3~57.3)
シデ	50.9 (43.8~59.4)	50.7 (44.3~56.3)	49.4 (43.2~53.6)	47.2 (39.1~55.7)	51.6 (46.4~64.6)
クリ	49.4 (39.3~69.4)	50.6 (43.4~59.7)	49.6 (42.9~61.7)	53.5 (48.5~60.2)	49.6 (39.3~58.2)

(~)内数字は最低値と最大値

表-6 A₀層上でのコナラ落葉の分解消失率(%)

P・1	P・2	P・3	P・4	P・5
32.7 (27.1~40.6)	34.9 (21.9~42.2)	27.2 (25.0~29.2)	30.7 (28.6~34.9)	29.1 (28.6~30.7)

(~)内数字は最低値と最大値

であって、実験的にこれを証明した例は不思議にもみあたらない。そこで特定の樹種の落葉を用いて、斜面上で分解速度にどれほどの差が生ずるかを調べた。

供試樹種はコナラ、クリ、シデの3種である。前項と同じ試料を用いてリターバッグを作成した。バッグの置き方、期間も同様である。それぞれの種につき各プロットに10個ずつ用いた。結果は表-5のとおりで、クリ、シデの2樹種では斜面部位における分解速度の差はほとんど認められず、コナラでは平均値でみるかぎり斜面上部ほど僅かに分解が早い傾向がみられた。この結果からみるかぎり、斜面上部と下部でA₀層堆積量が約2倍の違いを示すことから予測されるほどの分解環境の差はないものといえそうであるが、従来からしばしば指摘されているリターバッグによる分解試験の方法上の問題点をここでも検討する必要があるように思われる。この試験の場合、まず問題になるのはバッグの置き方であろう。ここではA₀層を除き、鉋質土の上に置くという方法をとったが、前述のようにA₀量が斜面下部と上部で約2倍のひらきがあり、それをバッグの上に戻すとその量の違いによって微気象に差が生ずることが当然予想される。特に乾燥時のバッグ内の水分状態が自然状態のその場のものとかかなり異なることが考えられる。A₀層の攪乱により尾根部のA₀層の水分浸透性は良好となり、量が多いただけ下のバッグ内落葉の乾燥を防ぎ、バッグ内の水分状態は斜面下部より上部の方が良くなるという結果をひきおこしたように思われる。これが分解速度には

とんど差を生じなかった一因とも考えられる。同時にA₀層上に置いたコナラのリターバッグの場合の分解速度(各プロット6個使用)を示すと表-6のとおりで、わずかながら斜面下部(P・1, P・2)の方が分解が早い傾向があり、バッグの設置場所による水分条件の差が分解速度に影響することを示している。しかし、この場合でも斜面上下での差はA₀層量および土壌の含水率の差などから推測されるほどの違いはなく、今回の結果からは斜面地形による水分条件の差が分解速度に及ぼす影響は必ずしも明瞭でない。バッグに進入できない土壌動物の影響など実験方法の再吟味とともにさらに追試する必要がある。

引用文献

1. 片桐成夫・石井弘・三宅登・西垣真太郎：島根大農研報10：105-111, 1976.
2. 石井弘・片桐成夫・三宅登・矢内勝美：島根大農研報10：112-117, 1976.
3. 片桐成夫・千葉喬三・堤利夫：京大演報41：106-115, 1970.
4. 四手井綱英・堤利夫：日林誌44：297-303, 1962.
5. 三瓶演習林第1次経営計画書 1966, p. 7
6. 西垣真太郎：島根大農卒業論文 1976, p. 32
7. 堤利夫：陸上植物群落の物質生産 共立出版 東京 1973, p. 18

Summary

In a series of the investigations on organic matter decomposition at Sambe Forest of Shimane University, decomposition rates for various forest litters were calculated from the measurements of the amounts of litter fall and organic matter in A₀ horizon. The results of these calculations were well in accordance with the well-known general tendencies of organic matter decomposition along the slope of mountain in the warm-temperate forest of Japan.

To clarify some factors affecting these phenomena of litter decomposition, the fallen leaves of seven species of deciduous broad-leaved trees were compared in their decomposition rates by litter bag method. After 229 days breakdown, the weight loss of each species was as follows: *Cornus Kousa* 85%, a mixture of *Cornus controversa* and *C. macrophylla* 60%, a mixture of *Carpinus Tschonoskii* and *C. laxiflora* 51%, *Castanea crenata* 49%, *Prunus Sargentii* 47%, *Styrax Obassia* 43%, and *Quercus serrata* 33%. No apparent differences in weight loss occurred among the places along the slope.